

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-89448

(P 2 0 0 0 - 8 9 4 4 8 A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G03F 1/08		G03F 1/08	A 2H095
G06F 17/50		G06F 15/60	636 B 5B046
H01L 21/027			658 M 5F046
21/82			666 Z 5F064
		H01L 21/30	502 G

審査請求 未請求 請求項の数33 O L (全36頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-258976

(22) 出願日 平成10年9月11日 (1998.9.11)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 真鍋 康夫

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 星野 裕美

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100092587

弁理士 松本 眞吉

最終頁に続く

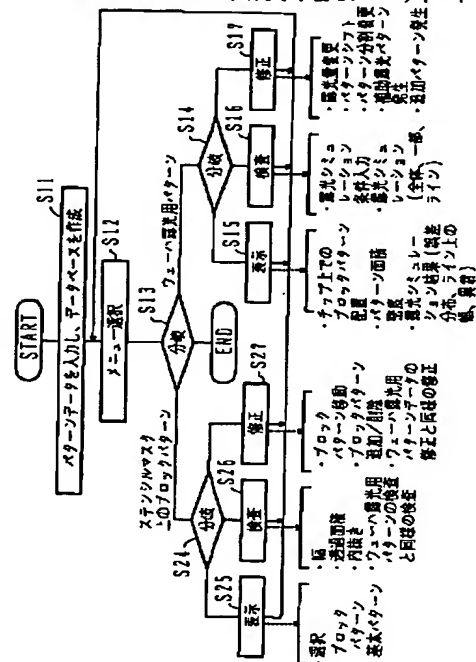
(54) 【発明の名称】 露光用パターン表示・検査・修正方法

(57) 【要約】

【課題】 補正前又は補正後の露光用データを効果的に検査修正してLSI開発期間を短縮する。

【解決手段】 ステップS12で選択されたメニュー項目（押されたコマンドボタン）に応じて、ウェーハ露光用パターンに関してはステップS13及びS14へ進み、ステップS15での表示、ステップS16での検査またはステップS17での修正が行われ、ステンシルマスク上のブロックパターンに関してはステップS13及びS24へ進み、ステップS25での表示、ステップS26での検査またはステップS27での修正が行われる。ステップS16で露光シミュレーションを行い、ステップS15でその結果を表示させ、ステップS17でこの結果に基づいてウェーハ露光用パターンデータを修正する。ステンシルマスク上のブロックパターンを修正した場合には、ウェーハ露光用パターンデータ中に展開されたブロックパターンも一括修正される。

図2の装置を用いて行われる露光用パターン表示・検査・修正処理の手順を示すフローチャート



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、実質的に該パターンを露光対象物上への縮小投影パターンと対応させ、対応した投影パターンにつき、該検査として、  
パターンの辺が他のパターンの辺と接触していない第 1 非接触部分の端点である非接触端点の間に第 1 計算候補点を生成し、この第 1 非接触部分と対向する辺の第 2 非接触部分に、該第 1 計算候補点に対応した第 2 計算候補点を生成し、該第 1 計算候補点と該第 2 計算候補点とを通る直線上かつ該第 1 及び第 2 非接触部分を横切る部分の各々に複数の計算点を生成し、  
該計算点での露光強度を計算し、  
計算結果に基づいて、該直線上の描画パターン幅予測値を求め、  
該予測値の目標値に対する誤差を該検査結果として算出する、  
ことを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 2】 上記第 2 非接触部分を上記第 1 非接触部分に投影したときの論理積部分の中点に一致するように上記第 1 計算候補点を生成し、  
該第 1 非接触部分を該第 2 非接触部分に投影したときの論理積部分の中点に一致するように上記第 2 計算候補点を生成する、  
ことを特徴とする請求項 1 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 3】 上記対応した投影パターンの各々につき、各辺の中点に計算候補点を生成し、  
辺どうしの接触部に存在する該計算候補点を削除し、  
残っている該計算候補点若しくはこれをその辺上で移動させたもの又は新たな計算候補点を上記第 1 又は第 2 計算候補点とする、  
ことを特徴とする請求項 2 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 4】 隣り合う同一矩形パターンが互いに接触し一方へ階段状に所定値シフトしたパターン群については、  
階段状部分を直線とみなしたときの対向する辺の中間点を通る直線と該階段状部分との交点に計算候補点を生成し、該直線上かつ該交点を横切る部分に複数の計算点を生成し、  
該階段状部分を除いた対向する辺の中間点を通る直線とこの辺との交点に計算候補点を生成し、該直線上かつ該交点を横切る部分に複数の計算点を生成する、ことを特徴とする請求項 1 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 5】 ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、実質的に該パターンを露光対象物上への縮小投影パターンと対応させ、対応した投影パターンについて検査を行い、  
該検査は、パターンを横切る線上の横切る部分での露光強度分布を算出する露光シミュレーションであり、該検査で、該線上の描画パターン幅の予測値の目標値に対する誤差を求め、  
該検査結果として、該誤差のヒストグラムを画面に表示させる、  
ことを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 6】 ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、実質的に該パターンを露光対象物上への縮小投影パターンと対応させ、対応した投影パターンについて検査を行い、  
該検査は、パターンを横切る線上の横切る部分での露光強度分布を算出する露光シミュレーションであり、該検査で、該線上の描画パターン幅の予測値の目標値に対する誤差を求め、  
該検査結果として、該描画パターン幅毎の誤差範囲を示すグラフを画面に表示させる、  
ことを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 7】 上記誤差が許容範囲外の、パターンの位置、幅及び寸法精度を含むエラーパターンリストを画面に表示させることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 8】 上記エラーパターンリスト中のパターン選択に応答して、選択された該パターンを含む所定領域のパターンエッジ付近について露光シミュレーションを行い、露光強度分布を色分け表示した露光イメージを画面に表示させることを特徴とする請求項 7 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 9】 上記横切る部分は、請求項 1 記載の横切る部分であることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 10】 上記横切る部分は、請求項 1 記載の横切る部分であることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 11】 ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示

・検査・修正方法であって、実質的に該パターンを露光対象物上への縮小投影パターンと対応させ、対応した投影パターンについて検査を行い、

該検査は、画面に表示されたパターンに対し操作者が設定した線の上のパターンエッジ部分での露光強度分布を算出する露光シミュレーションであり、該検査で、該線

上の描画パターン幅の予測値の目標値に対する誤差を求め、  
該検査結果として、パターンが表示された画面上で該パ

ターンに対応して該予測値と該目標値又は該誤差とを表  
示させる、  
ことを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方

法。  
【請求項 12】 操作者が上記画面で領域を指定し、  
上記線の上のパターンエッジ部分は、指定された該領域

内に限定され、  
上記露光強度分布を、該領域内及び該領域の外側所定範

囲内のパターンからの露光を考慮して算出する、  
ことを特徴とする請求項 11 記載の露光用パターン表示

・検査・修正方法。  
【請求項 13】 上記誤差が許容範囲外である場合には  
これを画面上で示すことを特徴とする請求項 11 又は 1

2 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。  
【請求項 14】 ポリゴンパターンが基本パターンに分  
解された対象物露光用パターンデータについて、パター

ンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に  
基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示

・検査・修正方法であって、  
該検査として、パターンが表示されている画面上を単位

領域で分割し各単位領域でのパターン面積密度を画面上  
に表示する、  
ことを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方

法。  
【請求項 15】 上記パターン面積密度を%で数値表示  
することを特徴とする請求項 14 記載の露光用パターン

表示・検査・修正方法。  
【請求項 16】 操作者が指定した画面上の点を中心と  
して所定範囲内で上記パターン面積密度の分布を表示す

ることを特徴とする請求項 14 又は 15 記載の露光用パ  
ターン表示・検査・修正方法。  
【請求項 17】 操作者の選択に応じて、上記パターン  
面積密度の分布をパターンと重ね合わせて表示し又は該

分布のみを表示することを特徴とする請求項 14 乃至 1  
6 のいずれか 1 つに記載の露光用パターン表示・検査・  
修正方法。

【請求項 18】 操作者の選択に応じて、パターンデー  
タ毎に持っている露光量を変更し、パターンをシフトさ  
せ、論理和パターンの形状を同一にしてパターン分割の

仕方を変更し、しきい値以下の露光量をもつ補助露光パ  
ターンを生成して被修正パターンに重ね合わせ、又はし  
きい値以上の露光量をもつ追加パターンを生成して被修

正パターンに重ね合わせることににより、上記パターン修  
正を行うことを特徴とする請求項 5 乃至 17 のいずれか  
1 つに記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 19】 ポリゴンパターンが基本パターンに分  
解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン  
群がブロック化されてステンシルマスク上に配置された

ブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結  
果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデ

ータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法で  
あって、  
操作者が画面上で該ステンシルマスク上のブロックパ

ターンを選択したことに応答して、対象物露光用パターン  
中に存在する、選択されたブロックパターンをその他の

パターンと異なる表示方法で表示させる、ことを特徴と  
する露光用パターン表示・検査・修正方法。  
【請求項 20】 ポリゴンパターンが基本パターンに分

解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン  
群がブロック化されてステンシルマスク上に配置された  
ブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結

果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデ  
ータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法で  
あって、  
該検査として該ステンシルマスク上のブロック

パターンに打抜きパターンが存在するかどうかを調べ、  
該検査では、  
辺が互いに接触しているパターンの論理和パターンを作

成し、  
該論理和パターンの複数辺が他の 1 つのパターンの辺に  
接触している場合に打抜きパターンが存在すると判定す

る、  
ことを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方  
法。  
【請求項 21】 ポリゴンパターンが基本パターンに分  
解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン

群がブロック化されてステンシルマスク上に配置された  
ブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結  
果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデ

ータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法  
であって、  
操作者に設定値又は設定範囲を入力させ、  
該検査として、該ステンシルマスク上又は対象物露光用

ブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、該検査として露光シミュレーションを行い描画パターン幅予測値及びその誤差を算出し、該検査の前に、該露光シミュレーションで用いる計算式を操作者に選択させる、ことを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 2 3】 上記検査の前に、上記計算式に用いられているパラメータの値を操作者に設定させることを特徴とする請求項 2 2 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 2 4】 ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、操作者に、該ステンシルマスク上の 1 つのブロックパターンを選択させ、操作者に、選択されたブロックパターンを構成している基本パターンを 1 つ選択させ、操作者に、選択された基本パターンに対する修正データを入力させる、ことを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 2 5】 上記修正は露光量であることを特徴とする請求項 2 4 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 2 6】 上記修正はパターンシフトであり、上記修正データは指定辺又は全辺のシフト量を含む、ことを特徴とする請求項 2 4 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 2 7】 上記修正は、上記選択された基本パターンに重ね合わされる追加パターンの生成であり、上記修正データは、該追加パターンのサイズ及び露光量を含む、ことを特徴とする請求項 2 4 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 2 8】 上記修正は、上記ブロックパターンを基本パターンに分割する仕方の変更であり、上記修正データは、該基本パターンのサイズを含む、ことを特徴とする請求項 2 4 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 2 9】 ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結

果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、

操作者に設定値を入力させ、

該検査として、該ステンシルマスク上に、透過孔面積が該設定値以上のブロックパターンを検出し、

検出したブロックパターンをその他のブロックパターンと異なる表示方法で表示させる、

ことを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 3 0】 ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、

パターン修正処理終了時に、修正されたパターンが繰り返し配置情報を持っている場合、操作者に、修正されたパターンを除くこの繰り返し配置パターンについても同一の修正を行うかどうかを質問し、これに応答した処理を行う、

ことを特徴とする請求項 1 8 又は 2 4 記載の露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 3 1】 ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、

操作者の操作に応じ、ステンシルマスク上のブロックパターン間を互いに入れ替え、これに対応して、対象物露光用パターン中のブロックパターンデータが持っているブロック配置座標も入れ替えることを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 3 2】 ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、

操作者の操作に応じ、ステンシルマスク上のブロックパターンを削除して、これに対応した対象物露光用パターン中のブロックパターンを可変成形パターン群と置き換えることを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方法。

【請求項 3 3】 ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン

10

20

30

40

50

群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、  
操作者の操作に応じ、対象物露光用パターン中の可変成形パターン群をブロック化してそのブロックパターンをステンシルマスク上に追加することを特徴とする露光用パターン表示・検査・修正方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】 本発明は、荷電粒子ビーム露光用パターンデータの検査、表示及び修正を行う露光用パターン表示・検査・修正方法に関する。

【従来の技術】 レジストが被着されたウェーハやマスクなどの露光対象物に荷電粒子ビーム、例えば電子ビームを照射して高精度の描画パターンを得るために、露光用データが補正処理される。大規模なメモリやロジック L S I では、露光用データに対する近接効果補正の計算時間が非常に長くなるので、近似計算が行われている。許容誤差範囲内の描画パターンを得るために、従来では、露光前に露光シミュレーションを行い、露光後に描画パターンを評価し、その結果に基づいて露光シミュレーション条件を変えたりポリゴンの CAD パターンデータを修正している。このような処理が繰り返されるので、L S I 開発期間が長くなる。したがって、補正前又は補正後の露光用データを短期間で検査・修正し、この繰り返しを不要にし又は低減することが要求されている。より具体的には、従来では次のような問題があった。

(1) チップ全体の露光シミュレーションを行なう場合、チップ領域全面に計算グリッド（露光強度の計算点）を発生させ、パターンデータを読みながら同時に結果を画面に表示していたため、莫大な処理時間と莫大なメモリなどの資源が必要であり、納期までに全パターンを検証することは不可能に近かった。また、チップ上の指定領域について露光シミュレーションを行う場合、図 5 2 に示すように、その領域内のパターンの辺に沿ったエッジ領域に計算グリッドを発生させていたので、処理に数時間を要する場合があった。

(2) パターン面積密度表示機能がなかったので、補正が必要な箇所を容易迅速に見つけ出すことができなかった。

(3) 上記指定領域の露光シミュレーションの結果を、図 5 3 に示すような露光イメージでのみ表示していた。この露光イメージは、上記計算グリッド領域の露光強度を例えば 20 色で色分け表示したものである。計算時間が膨大になるので指定領域のみしか露光イメージを表示させることができず、このため、チップ領域全体が良好であるかどうかの判断は、露光結果を評価するしかなかった。また、パターン幅の予測値やその誤差を知るには、操作者がパターン幅の両端位置を検出し計算しなけ

ればならず、特に画面上の一端側から他端側にわたる比較的大きなパターンの幅を測定するのが容易でなかった。

(4) ステンシルマスクを用いる場合、従来ではチップ上でのブロックパターン配置を次のようにして認識していた。すなわち、ステンシルマスク上のブロックパターンデータが展開された図 5 4 に示すようなウェーハ露光パターンを画面に表示させ、画面上位置をマウスで指定すると、指定点にブロックパターンが存在すれば、図 5 5 に示すように、そのブロックパターンのみが異色表示されていた。また、ブロックパターンデータが展開されているので、図 5 6 に示すような、指定されたブロックパターンのみの情報を表示させていた。図 5 6 中、X、Y は始点座標であり、P D C はステンシルマスク上のブロックパターンを識別するためのコードである。このため、チップ上でブロックパターンがどのように配置されているかを容易迅速に把握することができなかった。また、チップ上のブロックパターンをステンシルマスク上のブロックパターンと対応させて表示させるには、他のグラフィック表示装置でステンシルマスクを表示させなければならず、両者の対応を容易迅速に調べることができなかった。

(5) 従来では、ステンシルマスク上のブロックパターンデータのみに対する露光前検査を行う装置がなかった。例えば、ブロックパターンは 1 ショットで露光されるので、1 ショットの電流量が多いとクーロン効果が無視できなくなる。しかし、従来では、ブロックパターンを含むウェーハ露光データを全て展開し、クーロン効果を無視して露光シミュレーションを行っていた。このため、露光シミュレーション精度が低くなり、上記繰り返し処理が生ずる原因となっていた。また、従来では、ブロックパターンの打抜き、ブロックパターン内近接効果及びブロックパターン内クーロン効果を露光前に検査することができず、露光結果の評価でこれらを検査するしか他に手段がなかった。

(6) ステンシルマスク上の中心に近いほどブロックパターンの描画精度が高くなるので、要求される描画精度に応じてブロックパターンのレイアウトを変更（移動）する必要がある。また、ステンシルマスクを用いれば微細パターン群を 1 ショットで露光することができるので、スループットが高くなる。しかし、ステンシルマスクを 1 バッチに 1 枚しか利用することができないので、描画精度とスループットの両方を考慮して、ステンシルマスク上のブロックパターンを可変成形パターン群に戻したり、逆に、可変成形パターン群をブロックパターンに変更したりする必要性が生ずる。この場合、従来では、計算機に与えるブロックパターン抽出基準を変更して再度、ポリゴンの CAD パターンに対しブロック抽出処理を計算機で行っていたので、熟練設計者の細かな判断で上記変更を行うことが容易にできなかった。

10

20

30

40

50

(7) 露光シミュレーションで用いる計算式を、露光結果の評価に基づいて、上記繰り返し処理毎にしか変更することができなかつたので、この繰り返し処理が生ずる原因となっていた。

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、上記問題点に鑑み、補正前又は補正後の露光用データを効果的に検査修正してLSI開発期間を短縮することが可能な露光用パターン表示・検査・修正方法を提供することにある。本発明の他の目的は、以下の説明で明らかになる。

【課題を解決するための手段及びその作用効果】 請求項1では、例えば図5、図14及び図15に示す如く、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、実質的に該パターンを露光対象物上への縮小投影パターンと対応させ、対応した投影パターンにつき、該検査として、パターンの辺が他のパターンの辺と接触していない第1非接触部分の端点である非接触端点の間に第1計算候補点を生成し、この第1非接触部分と対向する辺の第2非接触部分に、該第1計算候補点に対応した第2計算候補点を生成し、該第1計算候補点と該第2計算候補点とを通る直線上かつ該第1及び第2非接触部分を横切る部分の各々に複数の計算点を生成し、該計算点での露光強度を計算し、計算結果に基づいて、該直線上の描画パターン幅予測値を求め、該予測値の目標値に対する誤差を該検査結果として算出する。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、対象物上描画パターンについて短時間で充分な推定誤差情報を得ることが可能となる。また、この短時間故に、例えばチップ領域全体について、露光シミュレーションを行うことも可能となり、LSI開発期間短縮化に寄与するところが大きい。請求項2の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項1において、上記第2非接触部分を上記第1非接触部分に投影したときの論理積部分の中点に一致するように上記第1計算候補点を生成し、該第1非接触部分を該第2非接触部分に投影したときの論理積部分の中点に一致するように上記第2計算候補点を生成する。請求項3の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項2において、上記対応した投影パターンの各々につき、各辺の中点に計算候補点を生成し、辺どうしの接触部に存在する該計算候補点を削除し、残っている該計算候補点若しくはこれをその辺上で移動させたもの又は新たな計算候補点を上記第1又は第2計算候補点とする。請求項4の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項1において例えば図17に示す如く、隣り合う同一矩形パターンが互いに接触し一方へ階段状に所定値シフトしたパターン群については、階段状部分を直線とみなしたときの対向する辺の中間点を通る直線と該

階段状部分との交点に計算候補点を生成し、該直線上かつ該交点を横切る部分に複数の計算点を生成し、該階段状部分を除いた対向する辺の中間点を通る直線とこの辺との交点に計算候補点を生成し、該直線上かつ該交点を横切る部分に複数の計算点を生成する。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、不必要にグリッド候補点が多くなるのを避けることができ、処理速度が速くなる。請求項5では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、実質的に該パターンを露光対象物上への縮小投影パターンと対応させ、対応した投影パターンについて検査を行い、該検査は、パターンを横切る線上の横切る部分での露光強度分布を算出する露光シミュレーションであり、該検査で、該線上の描画パターン幅の予測値の目標値に対する誤差を求め、該検査結果として、例えば図20(A)に示す如く、該誤差のヒストグラムを画面に表示させる。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、対象物露光用パターンが良好であるかどうかの概略を容易迅速に知ることができる。請求項6では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、実質的に該パターンを露光対象物上への縮小投影パターンと対応させ、対応した投影パターンについて検査を行い、該検査は、パターンを横切る線上の横切る部分での露光強度分布を算出する露光シミュレーションであり、該検査で、該線上の描画パターン幅の予測値の目標値に対する誤差を求め、該検査結果として、例えば図21(A)に示す如く、該描画パターン幅毎の誤差範囲を示すグラフを画面に表示させる。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、描画パターン幅毎に、対象物露光用パターンが良好であるかどうかの概略を容易迅速に知ることができる。請求項7の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項5又は6において例えば図20(B)に示す如く、上記誤差が許容範囲外の、パターンの位置、幅及び寸法精度を含むエラーパターンリストを画面に表示させる。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、エラーパターンの詳細を容易迅速に知ることができる。請求項8では、請求項7において、上記エラーパターンリスト中のパターン選択に応答して、選択された該パターンを含む所定領域のパターンエッジ付近について露光シミュレーションを行い、露光強度分布を色分け表示した露光イメージを画面に表示させる。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、高いパターン精度が要求されるエラーパターンのみについてその詳細を知ることができる。請求項9の露光用パターン表示



・検査・修正方法では、請求項 5 又は 6 において、上記横切る部分は、請求項 1 記載の横切る部分である。請求項 10 の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項 5 又は 6 において、上記横切る部分は、請求項 1 記載の横切る部分である。請求項 11 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、実質的に該パターンを露光対象物上への縮小投影パターンと対応させ、対応した投影パターンについて検査を行い、例えば図 30～図 32 に示す如く、該検査は、画面に表示されたパターンに対し操作者が設定した線の上のパターンエッジ部分での露光強度分布を算出する露光シミュレーションであり、該検査で、該線上の描画パターン幅の予測値の目標値に対する誤差を求め、該検査結果として、パターンが表示された画面上で該パターンに対応して該予測値と該目標値又は該誤差とを表示させる。請求項 11 によれば、露光対象物全体又は指定領域について、少ない計算量で効果的に描画精度概略を知ることができる。しかし、精度が要求される特定箇所の描画パターン幅が測定されるとは限らない。また、特定箇所の描画パターン幅のみ知れば充分である場合もある。このような場合に、この請求項 11 の露光用パターン表示・検査・修正方法は効果的である。請求項 12 の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項 11 において、操作者が上記画面で領域を指定し、上記線の上のパターンエッジ部分は、指定された該領域内に限定され、上記露光強度分布を、該領域内及び該領域の外側所定範囲内のパターンからの露光を考慮して算出する。請求項 13 の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項 11 又は 12 において、上記誤差が許容範囲外である場合にはこれを画面上で示す。請求項 14 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、例えば図 36 に示す如く、該検査として、パターンが表示されている画面上を単位領域で分割し各単位領域でのパターン面積密度を画面上に表示する。近接効果補正は、計算時間を短縮して効率よく行うために、パターン面積密度が平均値付近の所定値に近づくほど正確になるように、近似的に行われる。このため、パターン面積密度が該所定値から大きく離れている部分のパターンを修正する必要が高くなる。パターン面積密度が所定値より大きい場合には露光量を減少させ、パターン面積密度が所定値より小さい場合には、補助露光パターンを発生させることにより近接効果補正を修正する。パターン面積密度は、このような修正を行う箇所を見つけ出すための情報として重要である。請求項 15 の露光用パターン表

示・検査・修正方法では、請求項 14 において、上記パターン面積密度を%で数値表示する。請求項 16 の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項 14 又は 15 において、操作者が指定した画面上の点を中心として所定範囲内で上記パターン面積密度の分布を表示する。請求項 17 では、請求項 14 乃至 16 のいずれか 1 つにおいて、操作者の選択に応じて、上記パターン面積密度の分布をパターンと重ね合わせて表示し又は該分布のみを表示する。この重ね合わせにより、パターンとパターン面積密度の関係を容易に把握することができる。請求項 18 では、請求項 5 乃至 17 のいずれか 1 つにおいて、操作者の選択に応じて、パターンデータ毎に持っている露光量を変更し、パターンをシフトさせ、論理和パターンの形状を同一にしてパターン分割の仕方を変更し、しきい値以下の露光量をもつ補助露光パターンを生成して被修正パターンに重ね合わせ、又はしきい値以上の露光量をもつ追加パターンを生成して被修正パターンに重ね合わせることにより、上記パターン修正を行う。請求項 19 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、操作者が画面上で該ステンシルマスク上のブロックパターンを選択したことに応答して、対象物露光用パターン中に存在する、選択されたブロックパターンをその他のパターンと異なる表示方法で表示させる。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、ブロックパターンが対象物露光パターン中のどの位置に配置されているかを容易迅速に視認することができる。請求項 20 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、該検査として該ステンシルマスク上のブロックパターンに打抜きパターンが存在するかどうかを調べ、該検査では、例えば図 39～図 41 に示す如く、辺が互いに接触しているパターンの論理和パターンを作成し、該論理和パターンの複数辺が他の 1 つのパターンの辺に接触している場合に打抜きパターンが存在すると判定する。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、露光前に、ブロックパターン内に打抜きパターンがあるかどうかを、比較的簡単な処理で知ることができる。請求項 21 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を

表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、操作者に設定値又は設定範囲を入力させ（図 4 2）、該検査として、該ステンシルマスク上又は対象物露光用パターン中に、該設定値以下又は該設定範囲の幅を有するパターンを検出し、検出したパターンをその他のパターンと異なる表示方法で表示させる。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、パターン分割変更すべき部分を容易に見つけることが可能となる。請求項 22 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解

された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、該検査として露光シミュレーションを行い描画パターン幅予測値及びその誤差を算出し、例えば図 4 3（A）に示す如く、該検査の前に、該露光シミュレーションで用いる計算式を操作者に選択させる。請求項 23 の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項 22 において、上記検査の前に、上記計算式に用いられているパラメータの値を操作者に設定させる。請求項 24 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、例えば図 4 4 において、操作者に、該ステンシルマスク上の 1 つのブロックパターンを選択させ、操作者に、選択されたブロックパターンを構成している基本パターンを 1 つ選択させ、操作者に、選択された基本パターンに対する修正データを入力させる。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、ブロックパターン全体のより好ましい露光量を決定することが可能となる。請求項 25 の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項 24 において例えば図 4 4（B）に示す如く、上記修正は露光量である。請求項 26 の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項 24 において、上記修正はパターンシフトであり、例えば図 4 5（B）に示す如く、上記修正データは指定辺又は全辺のシフト量を含む。請求項 27 の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項 24 において、上記修正は、上記選択された基本パターンに重ね合わされる追加パターンの生成であり、例えば図 4 6 に示す如く、上記修正データは、該追加パターンのサイズ及び露光量を含む。請求項 28 の露光用パターン表示・検査・修正方法では、請求項 24 において、上記修正は、上記ブロックパターンを基本パターンに分割する仕方の変更であり、上記修正データは、例えば図 4 7（B）に示す如く、該基本パターンの

サイズを含む。請求項 29 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、例えば図 4 8 に示す如く、操作者に設定値を入力させ、該検査として、該ステンシルマスク上に、透過孔面積が該設定値以上のブロックパターンを検出し、検出したブロックパターンをその他のブロックパターンと異なる表示方法で表示させる。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、クーロン効果や近接効果に対し補正すべき箇所を容易に見つけることができる。請求項 30 では、請求項 18 又は 24 において、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、パターン修正処理終了時に、修正されたパターンが繰り返し配置情報を持っている場合、操作者に、修正されたパターンを除くこの繰り返し配置パターンについても同一の修正を行うかどうかを質問し、これに応答した処理を行う。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、一括修正が効率よく行われる。請求項 31 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、操作者の操作に応じ、ステンシルマスク上のブロックパターン間を互いに入れ替え、これに対応して、対象物露光用パターン中のブロックパターンデータが持っているブロック配置座標も入れ替える（図 50（A）及び（B））。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、熟練設計者が描画精度とスループットの両方を考慮してブロックパターンのレイアウトを容易に変更することができる。請求項 32 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、操作者の操作に応じ、ステンシルマスク上のブロックパターンを削除して、これに対応した対象物露光用パターン中のブロックパターンを可変成形パターン群と置き換える（図 50（A））。この露光用パターン表示・検査・修正方法によれば、熟練設計者が描画精



度とスルーブットの両方を考慮してステンシルマスク上に他のブロックパターンを配置するためのスペースを確保することが容易にできる。請求項 33 では、ポリゴンパターンが基本パターンに分解された対象物露光用パターンデータ及び基本パターン群がブロック化されてステンシルマスク上に配置されたブロックパターンについて、パターンを検査し、検査結果を表示し、表示された検査結果に基づいてパターンデータを修正する露光用パターン表示・検査・修正方法であって、操作者の操作に応じ、対象物露光用パターン中の可変成形パターン群を

#### 【発明の実施の形態】 【目次】

#### 1. 概略

#### 2. ウェーハ露光用パターンデータについての表示・検査・修正

##### 2-1. 露光シミュレーション

##### 2-2. 露光シミュレーションの結果の表示

##### 2-3. 露光シミュレーション結果に基づいた露光データ修正

##### (1) 露光量変更

##### (2) パターンシフト

##### (3) 補助露光

##### (4) 追加パターン

##### (5) パターン分割の変更

##### 2-4. 自動幅測定

##### 2-5. 面積密度

#### 3. ステンシルマスク上のブロックパターンについての表示・検査・修正

##### 3-1. ウェーハ露光用パターン中に存在するブロックパターンの検出

##### 3-2. ブロックパターン中の打抜きパターンの検出

##### 3-3. 微細パターンの検出

##### 3-4. クーロン効果の検査

##### 3-5. クーロン効果検査結果に基づいたパターンデータ修正

##### (1) 露光量変更

##### (2) パターンシフト

##### (3) 追加パターン

##### (4) パターン分割の変更

##### 3-6. 透過孔面積の検査

##### 3-7. 近接効果の検査

##### 3-8. 近接効果検査結果に基づいたパターンデータ修正

#### 4. ステンシルマスク上のブロックパターンのレイアウト変更

(1) ステンシルマスク上のブロックパターンをレイアウト変更

(2) ステンシルマスク上の全ブロックパターンを削除しその各々を可変成形パターン群に変更

(3) ステンシルマスク上の一部のブロックパターンを削除しその各々を可変成形パターン群に変更

(4) 可変成形パターン群をブロックパターン化してステンシルマスク上に配置

以下、図面を参照して本発明の一実施形態を上記目次順に説明する。

#### 1. 概略

ウェーハ上の露光領域は、主偏向器走査範囲であるフィールドで分割され、このフィールドは、副偏向器走査範囲であるサブフィールドで分割されている。設計された露光用 CAD パターンデータは、階層化され、サブフィールド単位で存在し、単独配置サブフィールドか繰り返し配置サブフィールドかの区別、繰り返し配置数、配置番号及び配置範囲などの情報を有している。また、サブフィールド内に存在するパターンデータは、可変成形パターンかステンシルマスク上のブロックパターンかの区別、パターン繰り返し配置数、パターンデータ番号及びパターン位置などの情報を有している。図 1 は、露光用パターンデータ作成手順を示す概略フローチャートである。

(S01) ポリゴンの CAD パターンデータから、所定の基準に従ってステンシルマスク用ブロックパターンを抽出する。例えば、繰り返し回数の多い順に、1 枚のステンシルマスクに納まる数のブロックパターンを抽出する。

(S02) CAD パターンを図 7 (A) ~ (J) に示すような基本パターンに分解する。ブロックパターンは CAD パターンから抽出されたものであるため、この分解によりブロックパターンも基本パターンに分解される。

(S03) 近接効果補正を行う。計算量が膨大であるため、この補正は近似的に行われる。

(S04) 後述のパターン表示・検査・修正処理を行う。

(S05) 修正されたパターンデータを露光装置用のデータにフォーマット変換する。この変換により、基本パターンがさらにショット用パターンに分解される。ステップ S04 でもブロックパターン抽出及び近接効果補正を行うことができるため、ステップ S01 又は / 及び S03 は必須ではない。図 2 は、本発明の特徴部分である上記ステップ S04 の処理を行う露光用パターン表示・検査・修正装置の概略ブロック図である。この装置は、コンピュータ 10 に手操作入力装置 11、表示装置 12 及び外部記憶装置 13 が接続された一般的なコンピュータシステムであり、外部記憶装置 13 に格納されている露光用パターンデータについて対話的に処理が行われる。図 3 は、図 2 の装置を用いて行われる露光用パター

ン表示・検査・修正処理の手順を示す概略フローチャートである。

(S11) パターンデータを入力すると、これと、表示、検査及び修正の未作成データとを組み合わせたデータベースが作成される。

(S12) 操作者は、コマンドボタン配列形式の階層メニューを選択する。図4(A)は、画面上の初期メニューボックス20内に配置された表示切換ボタン21、検査・修正ボタン22及びブロックパターンレイアウトボタン23を示す。表示切換ボタン21を押す毎に、すなわち画面上の表示切換ボタン21をマウスでポイントしてマウスをクリックする毎に、画面上表示パターンとしてステンシルマスク上のブロックパターンとウェーハ露光用パターンとが交互に切り換えられる。この切り換えに応じて、表示切換ボタン21上のキャプションが「ステンシルマスク」又は「ウェーハ露光用パターン」に変わる。検査・修正ボタン22を押すと、下階層のメニューとして検査・修正ダイアログボックス221が画面上に表示される。このメニューは、展開されたブロックパターンを含むウェーハ露光用パターンの検査・修正を行うためのコマンドボタン列と、ブロックパターンの検査・修正を行うためのコマンドボタン列とに分類されている。前者のコマンドボタン列には、面積密度表示ボタン30、自動幅測定ボタン31、露光シミュレーションボタン32、精度分布表示ボタン33、幅ばらつき表示ボタン34及びパターンデータ修正ボタン35が有る。後者のコマンドボタン列には、チップ上ブロックパターン配置検出ボタン40、微細パターン検出ボタン41、クローン効果検査・修正ボタン42、透過孔面積検査・修正ボタン43、打抜きパターン検出・修正ボタン44及び近接効果検査・修正ボタン45が有る。図3に戻って、ステップS12で選択されたメニュー項目(押されたコマンドボタン)に応じて、ウェーハ露光用パターンに関してはステップS13及びS14へ進み、ステップS15での表示、ステップS16での検査またはステップS17での修正が行われ、ステンシルマスク上のブロックパターンに関してはステップS13及びS24へ進み、ステップS25での表示、ステップS26での検査またはステップS27での修正が行われる。例えば、ステップS16で露光シミュレーションを行い、ステップS15でその結果を表示させ、ステップS17でこの結果に基づいてウェーハ露光用パターンデータを修正する。図1のステップS05では、展開されたブロックパターンを含むウェーハ露光用パターンデータが用いられるので、ステンシルマスク上のブロックパターンを修正した場合には、この展開されたブロックパターンも、後述のように操作者の了解を得て自動的に一括修正される。図3の処理の詳細を以下に説明する。最初に、ウェーハ露光用パターンデータについての表示・検査・修正を説明する。

2. ウェーハ露光用パターンデータについての表示・検査・修正

### 2-1. 露光シミュレーション

図5は、ウェーハ露光用パターンについての露光シミュレーションの手順を示すフローチャートである。このシミュレーションは、図4(A)で検査・修正ボタン22を押して図4(B)の検査・修正ダイアログボックス221を表示させ、次に露光シミュレーションボタン32を押す、不図示の実行ボタンを押すことにより、図3のステップS16で行われる処理である。この実行ボタンを押す前に、図4(A)の表示切換ボタン21を押してウェーハ露光用パターンに切り換え、画面上で例えば図8に示すような、露光シミュレーションを行おうとする領域を示す枠50を設定する。枠上のパターン51及び52については、パターン幅が意味をなさないもので、図5の処理の対象外とされる。このS字形パターンは、CADパターンの段階では1つのポリゴンパターンであったものが、図1のステップS02で基本パターンに分解されたものである。このように分解すれば、各パターン毎に露光量を決定することができ、また、シミュレーション結果に応じて各パターン毎に露光量やパターンサイズなどを修正することが可能となる。しかし、従来のようにS字形の外形線に沿って連続的に計算グリッドを生成し露光シミュレーションを行うと、計算時間が膨大となる。そこで、図5の処理によりこの問題を解決している。

(31) 枠50内のパターン51及び52を除く基本パターンのデータを始点座標XSの昇順にソートする。各基本パターンデータは、図6に示す如く構成されている。このデータは、基本部と、第1拡張部と第2拡張部とを備えている。基本部の構成は、次の通りである。  
可変成形/ブロック：可変成形マスクをもちいて形成されるパターンであるかステンシルマスク上のブロックパターンを用いて形成されるパターンであることを示すフラグを有する。後述の繰り返しパターンの場合には、ここに繰り返し情報が格納される。

露光量：荷電粒子銃から放射される荷電粒子ビームの電流と露光時間との積に比例した値

形状コード：図7(A)～(J)に示す基本パターンの形状コード0～9

始点座標：図7(A)、(C)及び(J)に示すような基本パターンの始点座標(XS, YS)

パターンの幅及び長さ：図7(A)、(C)及び(J)に示すような基本パターンの幅W及び長さH(ブロックパターンの場合にはステンシルマスク上のブロックパターンを識別するためのブロックパターンコードBPCがパターン幅Wの替わりに用いられ、この場合、H=0とされる。)

図7(A)及び(C)のようなパターンは基本部のみで形状が定まるが、図7(J)の場合には基本部のみで形

状が定まらない。第1拡張部は、これを定めるためと、計算の高速化のためであり、パターン左下隅座標 (SL, YL) と、パターン右上隅座標 (XR, YR) とからなる。

(S32) 同じ始点座標値XSの基本パターンデータを、始点座標値YSの昇順にソートする。ステップS31及びS32により、図8中の基本パターンは、図9に示す基本パターンP1~P23の順にソートされる。

(S33) 各パターンの各辺の中点に、図9中にドットで示す計算グリッド候補点CGPPを設定する。露光強度計算は、ウェーハ露光用パターンを露光対象物上へ仮想的に縮小投影したパターンに対して行う必要があるが、理想的な場合、両者は相似形であるので、ウェーハ露光用パターンを縮小投影パターンとみなして計算する。そして、パターン幅の計算結果に縮小率を乗ずる。これにより、縮小投影したパターンに対して露光強度を計算した場合と実質的に同一になる。ここで、計算グリッド候補点CGPPの意味を、露光シミュレーションにおける計算及びその結果との関係で概説する。計算グリッド候補点CGPPは、図18(A)に示すような計算グリッドCGを決定するためのものである。パターン53の左辺上に計算グリッド候補点CGPPを決定すると、この点を中心として、X方向に伸びた1行の計算グリッドCGが決定される。計算グリッドCGの柵目内は、相対露光強度REの計算値が同一であると近似する。例えば計算グリッドCG上のドットで示す位置(グリッド点)で相対露光強度REが計算される。この相対露光強度REは、露光によりレジストに形成される潜像が現像されるしきい値が1になるように規格化したものである。パターン53の右辺についても左辺と同様に、計算グリッドCGが決定され、相対露光強度REが計算される。これにより、パターン53でウェーハ上に露光したら得られるであろう描画パターンの幅(予測値)WEが求まり、その目標値に対する誤差ΔWEも求まる。

(S34) 各パターンデータについて、図6の第2拡張部に接触情報を作成する。この接触情報は、基本パターンの右辺、左辺、上辺及び下辺の接触パターン数NR、NL、NU及びNDと、右辺、左辺、上辺及び下辺に接触するパターンデータのアドレスをリスト構造で表すための最初のアドレスAR1、AL1、AU1及びAD1とからなる。パターンの右辺、左辺、上辺及び下辺は、図7中に示すように定義されている。例えばNL=2の場合、アドレスAL1には、左辺に接触している他のパターンのデータの先頭アドレスPAL1と次のアドレスAL2とが格納されており、アドレスAL2には、さらに他の接触パターンのデータの先頭アドレスPAL2と、他に接触パターンが無いことを示す0とが格納されている。NR=0の場合、右辺接触パターンアドレスAR1は無効である。

(S35) 各パターンの各辺について、図6のデータを

参照し、この辺に接触する他のパターンの辺があれば、その接触範囲内に存在する計算グリッド候補点を削除する。例えば図9のパターンP4の辺P4-1はパターンP8の辺P8-4と接触しており、辺P8-4且つ辺P4-1上に計算グリッド候補点が存在するので、これらを削除する。このような削除処理により、計算グリッド候補点は図10に示す如く、S字形の外形線上のみに存在する。計算グリッド候補点の概略位置はこれで定まるが、次のような問題が生ずる。例えば図10において、パターンP11及びP10のサイズが異なる場合、代表点としての計算グリッド候補点CGPP2は、パターンP11の左下隅点とパターンP10の左上隅点との中点の方が好ましい。この中点に計算グリッド候補点CGPP2を移動させると、X方向パターン幅を計算するためには計算グリッド候補点CGPP1もこれに応じて移動させる必要がある。パターンP12の計算グリッド候補点CGPP5とCGPP6についても同様である。また、パターンP7について、計算グリッド候補点CGPP3をパターンP10から遠ざかる方向へ移動させると、これに伴って計算グリッド候補点CGPP4も移動させる必要があるので、計算グリッド候補点CGPP4がパターンP15側に接近し、代表点として好ましくなくなる。パターンP14の計算グリッド候補点CGPP7については、S字形パターンの対向辺上に対応する計算グリッド候補点が存在しないので、これを生成する必要がある。そこで、以下のステップS36~S46によりこれらの問題を解決している。

(S36) パターンデータPD<sub>i</sub>の識別変数iに初期値1を代入する。

(S37) iがその最大値imax以下であればステップS38へ進み、そうでなければステップ46へ進む。

(S38) パターンデータPD<sub>i</sub>のパターンの右辺又は左辺上に計算グリッド候補点CGPPが存在するか否かを調べる。

(S39) 存在しなければステップS40へ進み、存在すればステップS41へ進む。

(S40) iを1だけインクリメントし、ステップS37へ戻る。

(S41) 計算グリッド候補点CGPPを含む辺と、これに対向しX方向側に存在する辺とについて、非接触端点を通るX方向の上辺及び下辺を想定する。例えば、図10の点CGPP2が存在する辺に対向しX方向に存在する辺は、点CGPP1が存在する辺である。計算グリッド候補点CGPP2については、図12(A)に示す如く、非接触端点A1を通る点線の下辺A1・D1を想定し、非接触端点B1を通る上辺B1・C1を想定する。なお、辺P1-1に対向しX方向に存在する辺はP20-1である。

(S42) この仮想上辺と仮想下辺の中点へ計算グリッド候補点CGPPを移動させる。例えば図12(A)の

上記計算グリッド候補点CGPP2を、点A1と点B1の中点CGPP2Aへ移動させる。

(S43~S45) ステップS41の対向辺上に計算グリッド候補点が存在すれば、上記同様に仮想上辺と仮想下辺の中点へこれを移動させ、なければこの中点に計算グリッド候補点を生成する。図12(A)では、ステップS44において計算グリッド候補点CGPP1を点C1と点D1の中点CGPP1Aへ移動させる。次にステップS40へ戻る。

(S46) 上辺又は下辺上の計算グリッド候補点についても、ステップS36~S45と同様の処理を行う。この処理において、ステップS41の「計算グリッド候補点を含む辺とこれに対向しX方向側に存在する辺」は

「計算グリッド候補点を含む辺とこれに対向しY方向側に存在する辺」と読み替える。例えば、図10のパターンP7の計算グリッド候補点CGPP3については、図12(A)に示す如く、非接触端点C2を通る点線の左辺C2・D2と、非接触端点A2を通る点線の右辺A2・B2とを想定し、計算グリッド候補点CGPP3を点B2と点C2の中点CGPP3Aへ移動させ、同様に、計算グリッド候補点CGPP4を点D2と点A2の中点CGPP4Aへ移動させる。図10のパターンP12の計算グリッド候補点CGPP5については、図13

(A)に示す如く、非接触端点C3を通る点線の左辺C3・D3と、非接触端点B3を通る点線の右辺B3・A3とを想定し、計算グリッド候補点CGPP5を点B3と点C3の中点CGPP5Aへ移動させ、同様に、計算グリッド候補点CGPP6を点D3と点A3の中点CGPP6Aへ移動させる。図10のパターンP12の計算

$$\begin{aligned} RE = & (\text{露光量1}/Q_{th}) \iint [EXP \{-(r1/A)^2\} + B \cdot EXP \{-(r1/C)^2\}] dXdY \\ & + (\text{露光量2}/Q_{th}) \iint [EXP \{-(r2/A)^2\} + B \cdot EXP \{-(r2/C)^2\}] dXdY \\ & + (\text{露光量3}/Q_{th}) \iint [EXP \{-(r3/A)^2\} + B \cdot EXP \{-(r3/C)^2\}] dXdY \quad \dots (1) \end{aligned}$$

上式右辺第1~3積分の積分範囲はそれぞれ、パターン53~55の領域である。各積分の第1項及び第2項はそれぞれ、前方散乱及び後方散乱によるものである。露光量1~3はそれぞれ、パターン53~55について図6中の基本部に設定された露光量である。定数A、B及びCは、値が与えられる。また、敷居値 $Q_{th}$ は、比較的大きい単一パターンを露光した場合に現像されるぎりぎりのエネルギーであり、定数 $E_{th}$ を与えて、次式で計算される値である。

$$Q_{th} = E_{th} \iint [EXP \{-(r/A)^2\} + B \cdot EXP \{-(r/C)^2\}] dXdY$$

積分範囲は、該単一パターンの範囲である。

(S49) 対向する各1対の計算候補グリッド点(図11の点線の端点)に関して、例えば図18(B)に示すような描画パターン幅WEとその目標値に対する誤差Δ

グリッド候補点CGPP7については、図13(B)に示す如く、非接触端点C4を通る左辺C4・D4と、非接触端点B4を通る右辺B4・A4とを想定し、点D4と点A4の中点に計算グリッド候補点CGPP8を生成する。このようにして最終的に、図11中にドットで示すような計算グリッド候補点が決定される。各計算グリッド候補点は、論理和図形の外形の対向する一对の辺の非接触部分の一方側を他方側に投影したときの論理積部分の中点に一致している。なお、図10の辺P1-1に対向しY方向側に存在する辺は辺P2-3である。

(S47) 上記想定したものではない上辺及び下辺上の計算グリッド候補点に対しては、この候補点を中心としY方向に伸びた所定範囲の計算グリッドを生成し、上記想定したものではない右辺及び左辺上の計算グリッド候補点に対しては、この候補点を中心としX方向に伸びた所定範囲の計算グリッドを生成する。例えば図14

(A)、(B)及び(C)に示すような計算グリッド候補点に対しては、それぞれ図15(A)、(B)及び(C)に示すような計算グリッドが生成される。

(S48) 生成した計算グリッドのみについて、露光シミュレーションを行う。例えば図18(B)に示すような相対露光強度REを計算し、グリッド間の相対露光強度REを直線又は曲線により補間し、 $RE=1$ となる位置座標を決定する。図18(A)中のグリッド点GPの相対露光強度REの計算においては、図19に示す如く、計算グリッド候補点CGPPを中心とする点線で示すような所定範囲内のすべてのパターン53、54及び55内の各点からグリッド点GPへの露光寄与を、公知の次式で計算する。

WEとを算出し、データベースに格納する。以上のような代表点に計算グリッド点を生成することにより、ウェーハ描画パターンについて短時間で充分な推定誤差情報を得ることができる。また、この短時間故に、チップ領域全体について露光シミュレーションを行うことも可能となる。なお、図16に示すような、矩形パターンが一樣にずれて配列された短冊状パターンについては、グリッド候補点が多いために、処理速度が少し遅くなる。この場合のグリッド候補点を少なくするために、図1のステップS02においてパターン分解する際に、短冊状であることを示すフラグを立てておき、このフラグが立っている場合には、階段上の辺を1つの辺とみなし、図17に示す如く、各辺の中間点をグリッド候補点とし、対向する辺のグリッド候補点間を結ぶ線上に計算グリッドを生成してもよい。

## 2-2. 露光シミュレーションの結果の表示

チップ全体又は所定範囲以上について露光シミュレーションを行った場合、図4の精度分布表示ボタン33を押すことにより、図3のステップS15が処理され、表示形式選択に応じて図20(A)又は図21(A)の表示が行われる。図20(A)中のグラフの横軸はパターン幅の誤差(推定誤差)であり、縦軸は頻度である。点線の内側は誤差の許容範囲である。これにより、ウェーハ露光用パターンが良好であるかどうかの概略を容易迅速に知ることができる。グラフの下に表示されているエラーパターンリスト表示ボタンを押すと、許容範囲外のエラーリストが図20(B)に示す如く表示される。これにより、エラーパターンの詳細を容易迅速に知ることができる。高いパターン精度が要求されるために上記代表点に限定されずにエラーパターンの詳細を知りたい場合には、リスト内の行を選択、例えばマウスでこの行をポイントしてマウスをクリックし、図20(A)のエラーパターン露光イメージ表示ボタンを押す。これにより、そのエラーパターンを中心とする所定範囲内について、従来と同様に、図52に示すような計算グリッドが生成され、露光シミュレーションが行われて図53に示すような露光イメージが表示される。これにより、高いパターン精度が要求されるエラーパターンのみについてその詳細を知ることができる。線幅ばらつき分布表示を選択した場合には、図21(A)に示すように、線幅毎の正の誤差の最大値及び負の誤差の最大値が棒グラフ表示される。点線で示す範囲は許容範囲である。これにより、線幅毎に、ウェーハ露光用パターンが良好であるかどうかの概略を容易迅速に知ることができる。グラフの下の2つのボタンを押したときの処理は、上記と同じである。

## 2-3. 露光シミュレーション結果に基づいた露光データ修正

操作者は、上記露光シミュレーションの結果を見て、露光データを修正すべきであると判断すると、図4のパターンデータ修正ボタン35を押す。これにより、図2のステップS17の処理が開始され、画面上に図22に示すようなコマンドボタンが配列されたパターン修正ダイヤログボックス59が表示される。ウェーハ露光用パターンデータの修正方法は、露光量変更ボタン60、パターンシフトボタン61、パターン分割変更ボタン62、補助露光パターン発生ボタン63又は追加パターン発生ボタン64を押すことにより選択される。次にこれらの修正を概説する。これらの修正方法自体は公知である。

### (1) 露光量変更

図23に示すように、繰り返しパターンから離れて細い配線パターン601が配置されているために、配線パターン601の幅が目標値より狭い場合には、図6の基本部の露光量を増加させる。逆に、配線パターン601が繰り返しパターンに接近し過ぎて太っている場合には、

この露光量を減少させる。

### (2) パターンシフト

図24(A)に示すように、配線パターン611の周辺にパターン面積密度が高い部分と低い部分とがある場合に、低い部分が細くなり過ぎて配線パターン611を太らせる必要がある場合には、図6の基本部のパターン幅Wを増加させて図24(B)に示す如くする。逆に、パターン面積密度が高い部分で太り過ぎて配線パターン611を細くする必要がある場合には、このパターン幅Wを減少させて図24(C)に示す如くする。

### (3) 補助露光

図22中の補助露光パターン発生ボタン63を押した場合には、図25(A)に示すようなダイヤログボックスが表示される。補助露光とは、パターン面積密度の低い部分に対し補助露光パターンを生成して被修正パターンに重ね合わせることで、被修正パターンを太らせるためのものである。補助露光パターンは、可変成形パターン又はブロックパターンである。矩形の補助露光パターンは、その位置とサイズと露光量とにより定められる。例えば図24(A)の配線パターン611の面積密度の低い部分のみを太らせたい場合には、図25に示す如く、この部分に矩形の補助露光パターン631~636を重ね合わせることで、この目的を達成する。図26(A)及び(B)はそれぞれ補助露光の前及び後の、パターンを横切る線上の相対露光強度分布を示す線図である。ブロックパターンで補助露光を行う場合には、図25(A)中のステンシルマスク表示編集ボタンを押してステンシルマスクを表示させ、図2の手操作入力装置11を操作して空きブロックに補助露光パターンを作成する。このパターンを作成後に、その位置をずらす必要がある場合には、図25(A)中のブロック補助露光パターン位置ずれ量入力ボックス内にその値を記入する。

### (4) 追加パターン

偏向器走査範囲であるフィールドやサブフィールドの境界の繋ぎ精度を向上させるために、追加パターンを生成してフィールドやサブフィールドの境界部分のパターンに重ね合わせて、パターンを太らせる。例えば、図27に示す如く、この境界部分の配線パターン611のパターン面積密度の低い部分に追加パターン641を生成して重ね合わせることで、この部分のパターンを太らせて繋ぎ精度を向上させる。

### (5) パターン分割の変更

論理とパターンの形状を同一にしてパターン分割の仕方を変更する。細幅パターンと広幅パターンとが接触している場合、例えば図28(A)に示す如く、幅5nmのパターン621と幅5μmのパターン622とが接触している場合、近接効果によりパターン621が太り過ぎる。この場合、パターン621と622との分割を、図28(B)に示す如く、パターン621Aと622Aと

の分割に変更することにより、細幅のパターン 6 2 1 を消失させる。他の例として、図 2 9 (A) に示す如く、小さなパターン 6 2 4 がパターン 6 2 5 と接触している場合、パターン 6 2 4 とパターン 6 2 5 との分割を、図 2 9 (B) に示す如く 1 つのパターン 6 2 6 に変更する。これにより、パターン 6 2 6 で描かれる像の太り過ぎが低減される。以上のような修正処理を行ったパターンが繰り返しパターンとして配置されている場合には、すなわちパターンデータ中に X 方向及び Y 方向の繰り返しピッチ及び繰り返し数の情報が存在する場合には、図 2 2 中の OK ボタンを押すと、画面上に繰り返しパターンが表示されると共に、修正したパターンのみ修正するか、修正したパターンと同一サブフィールド内の繰り返し同一パターンの全て又は一部について修正するかどうかを選択させるダイアログボックスが表示され、これに 10 応答する。前記サブフィールドと同一パターンのサブフィールドが繰り返し配置されている場合には、すなわち前記同様の繰り返し情報が存在する場合にはさらに、画面上に繰り返しサブフィールドが表示されると共に、全ての該繰り返しサブフィールドについて、前記応答と同じように修正するかどうかを選択させるダイアログボックスが表示され、これに 20 応答する。このような処理は、後述のステンシルマスク上のブロックパターンの修正についても同様であり、これにより一括修正が効率よく行われる。繰り返しパターンの位置によっては、パターン面積密度が他の部分と異なるために、一括修正しない方がよい場合がある。

#### 2-4. 自動幅測定

図 5 の方法によれば、チップ全体又は指定領域について、少ない計算量で効果的に描画精度概略を知ることができる。しかし、精度が要求される特定箇所の描画パターン幅が測定されるとは限らない。また、特定箇所の描画パターン幅のみ知れば充分である場合もある。図 3 0 は、このような問題を解決し要求を満たすための自動幅測定手順を示すフローチャートである。この方法は、ブロックパターンに対しても適用可能であるが、以下ではウェーハ用露光パターンに適用した場合を説明する。

(S 5 1) 画面上のウェーハ露光用パターンに対し、パターン幅及びパターン間のスペース幅を知りたい箇所を含む領域を設定する。例えば図 3 1 に示す如く、1 対の対角点を指定して枠 6 5 を設定する。

(S 5 2) 次にこの領域内で、上記知りたい箇所を通る測定ラインを設定する。例えば図 3 1 に示す幅測定ライン 6 6 及び 6 7 をそれぞれ、2 点を指定して設定する。この測定ラインは、斜めであってもよい。また、枠 6 5 上に端点が存在しなくてもよい。枠 6 5 の範囲を超えて測定ラインを設定した場合には、その測定ラインと枠 6 5 との交点が計算対象ラインの端点となる。

(S 5 3) この測定ラインと交差するパターンのデータを見つけ出す。

(S 5 4) 測定ラインとパターンの辺との交点座標を算出する。

(S 5 5、S 5 6) 交点に 2 以上のパターンの辺が存在する場合には、描画パターンのエッジに対応しないので、その交点を削除する。例えば図 3 4 において、枠 6 5 A 内に引いた幅測定ライン 6 8 上の交点 6 8 1 は、削除される。

(S 5 7) 削除されずに残っている交点を中心として、測定ラインに沿った上述のような計算グリッドを発生させる。

(S 5 8) 計算グリッドの各グリッド点での相対露光強度 R E を上述のように算出する。この場合、枠 6 5 内の周部での相対露光強度 R E の計算精度が落ちるのを避けるため、枠 6 5 内のパターンのみならず枠 6 5 の外側所定範囲内、例えば枠 6 5 の外側 20  $\mu\text{m}$  の範囲内のパターンからの露光を考慮して相対露光強度 R E を算出する

(S 5 9) 図 1 8 (B) に示すような描画パターン幅 W E、及び、パターン間のスペース幅を算出する。

(S 6 0) 算出結果を画面上に表示させる。図 3 2 及び図 3 3 は、測定結果表示例を示す部分拡大図である。これらの図において、L 2 ~ L 4 及び L 7 ~ L 9 は描画パターン幅を示しており、S 3、S 4、S 8 及び S 9 はスペース幅を示している。また、括弧内及び括弧外の数値はそれぞれ、目標値及びシミュレーションによる測定値（予測値）を示している。この数値の単位は、 $\mu\text{m}$  である。[-W] は、シミュレーションによる測定値が負の方向に許容範囲外となっていることを示している。正の方向に許容範囲外となっている場合には、[+W] と表示される。なお、ステップ S 5 1 及び S 5 2 を省略して、測定ラインから測定領域を自動的に定めるようにしてもよい。

#### 2-5. 面積密度

図 1 のステップ S 0 3 での近接効果補正は、計算時間を短縮して効率よく行うために、パターン面積密度が平均値付近の所定値に近づくほど正確になるように、近似的に行われる。このため、パターン面積密度が該所定値から大きく離れている部分のパターンを修正する必要がある。パターン面積密度が所定値より大きい場合には露光量を減少させ、パターン面積密度が所定値より小さい場合には、補助露光パターンを発生させることにより該ステップ S 0 3 での近接効果補正を修正する。パターン面積密度は、このような修正を行う箇所を見つけ出すための情報として重要である。図 4 (B) 中の面積密度表示ボタン 3 0 を押すと、図 3 5 に示すような、正方形の升目の一辺のサイズをボックス内に入力するためのダイアログが表示される。この入力ボックス内には、サイズ変更前は前回値が表示され、前回値が存在しない場合にはデフォルト値が表示される。画面に表示されているウェーハ露光パターン上にマウスをポイントしてマ



ウスをクリックすると、その点を中心として面積密度が計算され、図 3 6 に示すようなパターン面積密度情報が表示される。この時、数値が読め且つパターンとパターン面積密度の関係を容易に把握できるようにするため、パターンが薄く表示されている。このパターン表示は、コマンドボタンにより消去させることができる。升目中の数値は、例えば  $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$  の升目面積に対するこの升目内のパターンの面積の割合を % で示している。また、パターン面積密度の概略を容易に把握できるようにするため、算出された面積密度分布の最小値、最大値及び平均値も画面上に表示される。表示結果に基づいて、操作者がコマンドボタンを押すことにより、上述のような露光シミュレーション又は自動幅測定が行われ、その結果に基づいてさらに上述のパターンデータ修正が行われる。次に、ステンシルマスク上のブロックパターンについての表示・検査・修正を説明する。

### 3. ステンシルマスク上のブロックパターンについての表示・検査・修正

以下のいずれの処理においても、最初に、表示切換ボタン 2 1 を操作して画面上表示パターンが例えば図 3 7 に示すようなステンシルマスク上のブロックパターンに切り換えられているとする。これらブロックパターンは例えば、図 1 のステップ S 0 1 の処理により抽出されたものである。図 3 7 中、黒で塗りつぶした部分は透過孔であり、正方形はブロック境界を示している。

#### 3-1. ウェーハ露光用パターン中に存在するブロックパターンの検出

画面上に表示されているステンシルマスク中のブロックパターンをマウスでポイントしてクリックすることによりブロックパターンを選択し、表示切換ボタン 2 1 で画面表示をウェーハ露光パターンに切り換える。次いで図 4 (B) のチップ上ブロックパターン配置検出ボタン 4 0 を押すと、ウェーハ露光パターン中に存在する、選択したブロックパターンがその他のブロックパターンと異なる表示方法で表示、例えば点滅表示される。これにより、ブロックパターンがウェーハ露光パターン中のどの位置に配置されているかを容易迅速に視認することができる。チップ上ブロックパターン配置検出ボタン 4 0 は手動復帰ボタンであり、再度チップ上ブロックパターン配置検出ボタン 4 0 を押すと上記点滅表示が終了する。

#### 3-2. ブロックパターン中の打抜きパターンの検出

図 4 0 に示すようなブロックパターン 7 0 中に、基本パターン P 3 ~ P 6 で形成されるような閉じたパターンが含まれている場合、その内側の荷電粒子ビーム遮断片が欠落するので、所望のブロックパターンを描画することができない。そこで、このようなパターンを検出して修正する必要がある。図 4 (B) 中の打抜きパターン検出・修正ボタン 4 4 を押すと、図 3 8 に示すような打ち抜きパターン検出及び修正のためのダイアログボックス 5

8 が表示される。欠落条件は入力しなくてもよい。打抜きパターン検出処理において、ある幅以下の微細パターンを除外する場合にはこれを欠落条件として入力する。実行ボタンを押すと、図 3 9 に示すブロックパターン中の打抜きパターン検出処理が実行される。

(S 6 1) ブロックパターン内の基本パターンデータを始点座標 X S の昇順にソートする。各基本パターンのデータは、上述の図 6 のように構成されている。

(S 6 2) 同じ始点座標値 X S の基本パターンデータを、始点座標値 Y S の昇順にソートする。ステップ S 3 1 及び S 3 2 により、図 4 0 のブロックパターン 7 0 内の基本パターンは、P 1 ~ P 8 の順にソートされる。

(S 6 3) 各パターンデータについて、図 6 の第 2 拡張部に接触情報を作成する。

(S 6 4) パターン識別変数  $i$  に初期値 1 を代入する。

(S 6 5)  $i$  が最大値  $n$  以下であればステップ S 6 6 へ進み、そうでなければ処理を終了する。

(S 6 6) ソートされた  $i$  番目の基本パターンデータを取り出す。図 4 0 のブロックパターン 7 0 の場合には、最初にパターン P 1 のパターンデータが取り出される。

(S 6 7) 取り出したパターンのいずれかの辺が他のパターンの辺と接触していなければ、ステップ S 6 8 へ進み、接触していればステップ S 6 9 へ進む。

(S 6 8)  $i$  を 1 だけインクリメントし、ステップ S 6 5 へ戻る。

(S 6 9) ステップ S 6 6 で取り出したパターンと、ステップ S 6 7 で接触していると判定されたパターンとの OR パターンを作成する。例えば図 4 1 (A) に示す如くパターン P 1 に P 3 が接触している場合、図 4 1

(B) に示すような、接触辺が除去された OR パターン P 1 0 を作成する。OR パターンデータは、各頂点の座標の集合からなるポリゴンデータである。

(S 7 0) パターン識別変数  $j$  に初期値 ( $i + 1$ ) を代入する。

(S 7 1)  $j > n$  であればステップ S 6 8 へ戻り、そうでなければステップ S 7 2 へ進む。

(S 7 2)  $j$  番目の基本パターンデータ PD  $j$  を取り出す。

(S P C) 取り出したパターンの辺が、ステップ S 6 9 の OR パターンの辺と接触しているかどうかを判定する。接触していなければステップ S 7 4 へ進み、接触していればステップ S 7 5 へ進む。

(S 7 4)  $j$  を 1 だけインクリメントし、ステップ S 7 1 へ戻る。

(S 7 5) この接触している辺が 1 つであればステップ S 7 6 へ進み、複数であればステップ S 7 7 へ進む。例えば図 4 1 (C) に示すように、OR パターン P 1 1 の複数辺が、ステップ S 7 2 で取り出したパターン P 6 の一辺と接触している場合、打抜きパターンである。また、図 4 1 (D) に示す如く、OR パターン P 1 2 の複

数辺が、ステップS72で取り出したパターンP13の異なる辺と接触している場合も、打抜きパターンである。パターンが透過孔であるので、いずれの場合もループの内側の部分が欠落する。

(S76) ステップS69のORパターンとステップS72で取り出したパターンとのORパターンを作成して、ステップS69のORパターンを更新する。次に、ステップS74へ進む。

(S77) 打抜きパターンと判定し、操作者にこのパターンを修正させるために、画面上に表示されているブロックパターンの欠落部をその他の部分と異なる表示方法で表示し、例えば欠落部を赤色で表示し、警告音を発して処理を終了する。このような比較的簡単な処理により、露光前に、ブロックパターン内に打抜きパターンがあるかどうかを知ることができる。

### 3-3. 微細パターンの検出

微細パターン検出ボタン41を押すと、図42に示すような微細パターン検出ダイアログボックスが表示される。検出しようとする微細パターンのサイズを入力ボックス内に設定する。例えば「0.13-0.15」と設定し、OKボタンを押すと、0.13 $\mu$ mから0.15 $\mu$ m迄の幅の基本パターンが探索され、画面上にそのパターンを含むブロックパターンがその他のブロックパターンと異なる表示方法で表示、例えば点滅表示される。ウェーハ露光パターン表示にした場合には、基本パターン単位で、設定範囲内の幅を有する基本パターンが点滅表示される。この表示結果に基づいて、パターン分割変更すべき部分を容易に見つけることが可能となる。CANCELボタンを押すと、この設定値が無効になる。ENDボタンを押すと、微細パターンデータ検出処理が終了する。なお、下限値を0にし又は上限値のみ入力することにより、パターン幅設定値以下の微細パターンを検出するようにしてもよい。

### 3-4. クーロン効果の検査

図4(B)のクーロン効果検査・修正ボタン42を押すと、図43(A)に示すようなクーロン効果検査・修正ダイアログボックスが表示される。クーロン効果検査

(露光シミュレーション)においてトリプルガウシアンを用いた計算式、ダブルガウシアンを用いた上式(1)又はユーザー定義計算式のどれを使用するかを、ダイアログボックス内左側のオプションボタンで選択する。次に、選択した計算式に含まれるパラメータ及び荷電粒子ビームの電流密度の値をダイアログボックス内右側の入力ボックス内に設定する。確定1ボタンを押すと、前記設定を有効にしデータベース内に書き込む。取消1ボタンを押すと、該設定が無効になってデータベースに書き込まれない。この場合、デフォルト値が設定される。以上の露光シミュレーション条件の設定は、上述のウェーハ露光パターンについての露光シミュレーションにおいても同様に行われる。実行ボタンを押すと、ステンス

ルマスク上の各ブロックパターンについて、上述の図5の処理が行われて、パターン幅予測値及び誤差が算出される。但し、計算グリッドについては、ブロック枠を越えては発生させないという点でウェーハ露光用パターンの場合と異なる。検査結果は、ブロックパターン毎に区別して表示される。1箇所でも予測値が許容範囲外であると判定されたブロックパターンは、その他のブロックパターンと異なる表示方法で表示、例えば、ブロックパターン内部が赤色で表示される。なお、図20(A)、図20(B)又は図21(A)のように検査結果を表示させてもよい。図43(A)中の終了1ボタンを押すと、クーロン効果の検査及びその結果の表示の処理を終了し、図43(B)に示すような、結果をデータベースに保存するか否かのダイアログボックスが表示される。結果をデータベースに格納する場合はYESボタンを押し、格納しない場合にはNOボタンを押す。YESボタンを押した場合には、この計算結果が、計算の高速化のために、上述のウェーハ露光パターンについての露光シミュレーションの計算において利用される。

### 3-5. クーロン効果検査結果に基づいたパターンデータ修正

パターンデータ修正ダイアログボックス59は、図22のそれと同一である。ブロックパターンに対して、ウェーハ露光パターンに対する上述の修正処理と同様の処理が行われる。修正方法は、押した修正ボタンで決定される。次に、上述のウェーハ露光パターンでの修正処理と異なる点を説明する。ステンスルマスク上の修正したいブロックパターンをマウスでポイントしてクリックすると、そのブロックのみが拡大表示されて該ブロックに対する修正が可能となる。この点は、以下の修正処理において共通である。

#### (1) 露光量変更

図43(A)のパターン修正ダイアログボックス59内の露光量変更ボタン60を押すと、図44(A)の露光量変更ダイアログボックス72が表示される。「ブロック全体の露光量を変える」ボタンを押すと、図44

(B)の露光量変更ダイアログボックス73が表示される。変更後の露光量を入力ボックス内に設定し、OKボタンを押すとメモリ内の設定値が確定して画面上からこの露光量変更ダイアログボックス73が消える。また、CANCELボタンを押すと、変更後の露光量に設定した値は消滅して無効になり、画面上から露光量変更ダイアログボックス73が消える。ダイアログボックス72内の「ブロック内パターンデータに対して露光量を変える」ボタンを押し、例えば図44(C)中の基本パターンPCをマウスでポイントしてクリックすることにより選択すると、このパターンが異色表示(他のパターンと異なる色での表示)され、さらに、図44(B)の露光量変更ダイアログボックス73が画面に現れる。この選択されたパターンの異色表示は、以下の他の修正についても同様

である。入力ボックス内に露光量を設定し、OKボタンを押すと、選択した基本パターンに対するメモリ内設定値が確定し、画面上から露光量変更ダイアログボックス73が消える。また、CANCELボタンを押すと、この設定値が消滅して無効になり、画面上から露光量変更ダイアログボックス73が消える。このような操作を、ブロックパターン内の各基本パターンに対し行なうことにより、誤設定を防止することが可能となる。ブロックパターンは1ショットで露光されるので、ブロックパターン内の各基本パターンの露光量は、実際の露光においては意味を持たない。しかし、ブロックパターンの近接効果やクローン効果の検査において、露光シミュレーションする場合に意味をもち、その結果から、ブロックパターン全体のより好ましい露光量を決定することが可能となる。確定2ボタンを押すと、露光量変更が確定しデータベース内に書き込まれる。取消2ボタンを押すと、露光量変更が無効になってデータベース内に書き込まれない。作成ボタンを押すと、ウェーハ露光用パターンデータ内に展開されている、対応するブロックパターンの露光量が一括変更される。この場合、1つのブロックパターン内に複数の露光量が存在する場合には、ブロックパターン内の最小幅の基本パターンの露光量がブロックパターンの露光量とみなされる。ステンシルマスクデータの露光量は実際の露光において用いられないが、この効率的な一括変更のために露光量を持っている。また、露光用パターンデータを、ファイル名を付けて保存することにより、変更前後の露光用パターンデータをデータベース内に存在させることもできる。終了2ボタンを押すと、露光量変更処理が終了する。以下の修正処理において、確定2ボタン、取消2ボタン、作成ボタン及び終了2ボタンを押した後の処理は、上述と同じであるのでその説明を省略する。前後するが、図38についても同様である。

## (2) パターンシフト

図43(A)のパターン修正ダイアログボックス59内のパターンシフトボタン61を押すと、図45(A)の編集ダイアログボックス74が表示される。簡易エディタを使用してシフト値を設定する場合には、「エディタを使用する」ボタンを押して、図45(B)のパターンシフトダイアログボックス75を表示させる。LISTボタンを押すと、図45(C)のLISTダイアログボックス76が表示される。ダイアログボックス76内には、ALLと、ブロックパターン内のパターン配置番号、例えばPA、PB及びPCが記入されている。PA、PB及びPCは、図44(C)内のパターンである。ALLを選択するとブロックパターン内の全ての基本パターンが異色表示され、パターンシフトダイアログボックス75内のシフト対象パターンデータはALLと表示される。また、LISTダイアログボックス76内でPAを選択すると、ブロックパターン内のパターンP

Aのみ異色表示され、パターンシフトダイアログボックス75内のシフト対象パターンはPAと表示される。選択されたパターンの全辺に対してシフトを行なう場合には、「全辺に対して」のチェックボックスをマークし、入力ボックス内にシフト量を設定する。「右辺に対して」、「左辺に対して」、「上辺に対して」又は「下辺に対して」についても同様である。パターンシフトダイアログボックス75内のOKボタンを押すとメモリ内の設定内容が有効になり、CANCELボタンを押すとこの設定内容が初期値に戻り、ENDボタンを押すとエディタでの修正が終了する。ブロックパターン内の基本パターンを直接修正する場合には、パターンシフトダイアログボックス75内の「画面上で操作を行なう」ボタンを押す。これにより、画面上での操作が可能となり、画面上の基本パターンの辺をマウスで移動させる。

## (3) 追加パターン

図43(A)のパターン修正ダイアログボックス59内の追加パターン発生ボタン64を押すと、図46の追加パターン発生ダイアログボックスが表示される。追加矩形パターンの幅及び長さの入力ボックス内に設定値を記入する。この設定の替わりにFREEボタンを押すことにより、ブロックパターン上でマウスを操作して追加パターンを描くことが可能となる。追加パターンを描くと、その幅及び長さが決定される。「追加パターン位置ずれ量」ボタンを押し、入力ボックス内にずれ量を設定すると、追加パターンがその位置から設定値だけずれる。追加パターンの露光量を入力ボックス内に設定する。OKボタン、CANCELボタン及び終了ボタンを押したときの処理は、既述のものと同じである。

## (4) パターン分割の変更

図43(A)のパターン修正ダイアログボックス59内のパターン分割変更ボタン62を押すと、図45(A)と同じ図47(A)の編集ダイアログボックス74が表示される。簡易エディタを使用してパターン分割の変更を行なう場合には、「エディタを使用する」ボタンを押して、図47(B)のパターン分割変更ダイアログボックス77を表示させる。ダイアログボックス77内のPATTERNボタンを押し、画面上のブロックパターン内の基本パターンをポイントしてクリックすると、そのパターンの情報が表示される。この情報に基づき、該基本パターンと置換するパターンを選択するために、ダイアログボックス77内の図系選択ボックス内のパターンをポイントしてクリックする。斜辺を有するパターンを選択した場合には、その傾きを入力ボックス内に設定する。選択したパターンについて、そのサイズ、始点及び露光量も同様に設定する。例えば上述の図28(A)について、パターン621の幅を変え、パターン622の始点及び長さを換えて図28(B)のようにする。同様に図29(A)について、パターン625の形状を変え、パターン624のサイズを0にして、図29(B)

のようにする。OKボタンを押すと、メモリ内の設定が有効になり、CANCELボタンを押すとこの設定が無効になる。このようなパターン置換処理を、ブロックパターン内の他の基本パターンに対しても行う。なお、パターン分割の変更には、1つの基本パターンを複数の小さなパターンに変更することも含まれる。これにより、ブロックパターンの透過孔面積が減少してクーロン効果が低減する編集ダイアログボックス74内の「画面上で操作を行なう」ボタンを押した後の処理は、図45

(A)のそれと同じである。

終了1

### 3-6. 透過孔面積の検査

図4(B)の透過孔面積検査・修正ボタン43を押すと、図48に示すような透過孔面積検査・修正ダイアログボックスが表示される。透過孔面積が広すぎると一般に、クーロン効果や近接効果が問題になる。入力ボックス内に透過孔面積を設定し、確定1ボタンを押すと設定値が確定し、取消1ボタンを押すと設定値が取り消されてデフォルト値が設定される。実行ボタンを押すと、ステンシルマスク上の全ブロックパターンから、設定値以上の透過孔面積を有するブロックパターンが検出され、検出されたブロックパターンが異色表示、例えば赤色塗り潰し表示される。これにより、クーロン効果や近接効果に対し補正すべき箇所を容易見つけることができる。検査結果に基づいたパターンデータ修正は、上記3-5の場合と同一である。

### 3-7. 近接効果の検査

図4(B)の近接効果検査・修正ボタン45を押すと、図49に示すような近接効果検査ダイアログボックスが表示される。図49は、クーロン相互作用のパラメータ及び電流密度の設定がない他は、図43(A)と同一である。

### 3-8. 近接効果検査結果に基づいたパターンデータ修正

上記3-5の場合と同一である。

### 4. ステンシルマスク上のブロックパターンのレイアウト変更

ステンシルマスク上のブロックパターンで露光する場合、偏向器で荷電粒子ビームを偏向させて、荷電粒子ビームを透過させるブロックパターンを選択し、偏向器で荷電粒子ビームを振り戻す。このため、ブロックパターンがステンシルマスク上の中心部に近いほど、描画パターン精度が高くなる。従って、高い描画パターン精度が要求されるブロックパターンはステンシルマスク上の中心部付近に配置する必要がある。また、使用頻度の高いブロックパターンをステンシルマスク上の中心部付近に配置すれば、描画パターン精度の平均値が高くなる。ステンシルマスク上のブロックパターンのレイアウトを変更する場合、図4(A)の表示切替ボタン21で表示対象をステンシルマスクに切替える。ブロックパターンレ

イアウトボタン23を押すと、図50(A)のブロックレイアウトダイアログボックスブロック80が表示される。このダイアログボックス80で選択できる機能は、次の4つである。

(1) ステンシルマスク上のブロックパターンをレイアウト変更

(2) ステンシルマスク上の全ブロックパターンを削除しその各々を可変成形パターン群に変更

(3) ステンシルマスク上の一部のブロックパターンを削除しその各々を可変成形パターン群に変更

(4) 可変成形パターン群をブロックパターン化してステンシルマスク上に配置

以下、これらの各機能を説明する。

(1) ステンシルマスク上のブロックパターンをレイアウト変更

(1a) ブロックパターンレイアウトダイアログボックス80内の「ブロックパターンレイアウト変更」ボタンを押す。

(1b) これに応答して、図50(B)のブロックパターンリスト81が表示される。

(1c) このブロックパターンリスト81内のブロック配置座標(又は配置位置識別コード)をマウスで選択すると、それに該当するブロックパターンがステンシルマスク上で異色表示、例えば点滅又は色が変更されて表示される。異色表示されている時に、ブロックパターンが移動可能な状態になっている。

(1d) ステンシルマスク上の移動させたいブロックパターンをマウスで選択すると、このブロックパターンと異色表示されているブロックパターンとがステンシルマスク上でスワップされ、ブロックパターンリスト内のブロック配置座標もスワップされる。

(1e) ダイアログボックス80内のキャンセルボタンを押すと、メモリ上で変更されたブロックパターンの配置情報が消され、変更前の状態に戻る。

(1f) さらに変更がなければダイアログボックス80内のOKボタンを押し、さらに変更する場合には(1c)へ戻る。

(1g) 上記(1c)から(1f)までの処理を繰り返して、ステンシルマスク上のブロックパターンレイアウトを変更し、次に確定ボタンを押すと、元のブロックパターンレイアウトデータが保存されたまま、変更されたブロックパターンレイアウトデータがデータベースに追加される。

(1h) 作成ボタンを押すと、元のウェーハ露光用パターンデータが保存されたまま、ウェーハ露光用パターンデータ内に展開されているブロック配置座標が変更された新たなウェーハ露光用パターンデータが作成されて、データベースに追加される。

(1i) 全て変更前の状態に戻すには、復元ボタンを押す。復元ボタンを押すと、新しく作成された露光用パタ

ンデータはデータベースから削除され、元のブロックパターンレイアウトデータが用いられてステンシルマスク上のブロックパターン配置が復元される。このような処理により、熟練設計者が描画精度とスループットの両方を考慮してブロックパターンのレイアウトを容易に変更することができる。終了ボタンを押すと、ステンシルマスク上でのレイアウト変更処理が終了し、ブロックパターンリスト 81 及びレイアウトダイアログボックス 80 も画面上から消える。

(2) ステンシルマスク上の全ブロックパターンを削除しその各々を可変成形パターン群に変更

(2 a) ブロックパターンレイアウトダイアログボックス 80 内の「全ブロック削除」ボタンを押す。

(2 b) これにより、ステンシルマスク上の全ブロックパターンが削除される。この削除はメモリ上であり、データベース上のブロックパターンデータは削除されずに保存されている。

(2 c) ダイアログボックス 80 内のキャンセルボタンを押すと、メモリ上での削除が取り消され、削除前の状態に戻る。

(2 d) ダイアログボックス 80 内の OK ボタンを押すと全削除がメモリ内で有効になり、確定ボタンを押すと、元のステンシルマスクのデータを保存したまま全ブロックパターンが削除されたステンシルマスクのデータがデータベースに追加格納される。

(2 e) 作成ボタンを押すと、元のウェーハ露光用パターンデータを保存したまま、全ブロックパターンが可変成形パターン群に変更された新たなウェーハ露光用パターンデータが作成される。

(2 f) 全て変更前の状態に戻すには、復元ボタンを押す。復元ボタンを押すと、新しく追加作成された露光用データがデータベースから削除され、元の露光用データが用いられて元のステンシルマスクが復元される。

(2 g) 終了ボタンを押すと、ブロックパターン削除処理が終了し、ブロックリスト 81 及びダイアログボックス 80 が画面上から消える。

(3) ステンシルマスク上の一部のブロックパターンを削除しその各々を可変成形パターン群に変更

(3 a) ブロックパターンレイアウトダイアログボックス 80 内の「ブロックパターン→可変成形」ボタンを押す。

(3 b) これにより、ブロックパターンリスト 81 が表示される。

(3 c) ステンシルマスク上の削除したいブロックパターンをマウスで選択すると、選択されたブロックパターン及びブロックパターンリスト中のブロック配置情報が削除される。この削除はメモリ内であり、データベース上のブロックパターンデータは削除されずに保存されている。

(3 d) ダイアログボックス 80 内のキャンセルボタン

を押すと、メモリ上での削除が取り消され、削除前の状態に戻る。

(3 e) さらに削除が無ければダイアログボックス 80 内の OK ボタンを押す。また、さらに削除する場合には (3 c) に戻る。

(3 f) 上記 (3 c) から (3 e) 迄の処理を繰り返してステンシルマスク上のブロックパターンを削除する。確定ボタンを押すと、ブロックパターンをできるだけステンシルマスク中心側へ配置するため、ステンシルマスク上の削除されたブロックパターンの位置に、別のブロックパターンが詰められる。また、元のステンシルマスクのデータを保存したまま削除後のステンシルマスクのデータがデータベースに追加格納される。

(3 g) 作成ボタンを押すと、元のウェーハ露光用パターンデータを保存したまま、削除によりブロックパターンが可変成形パターン群に変更された新たなウェーハ露光用パターンデータが作成される。

(3 h) 全て変更前の状態に戻すには、復元ボタンを押す。復元ボタンを押すと、新しく追加作成された露光用データがデータベースから削除され、元の露光用データが用いられて元のステンシルマスクが復元される。このような処理により、熟練設計者が描画精度とスループットの両方を考慮してステンシルマスク上に他のブロックパターンを配置するためのスペースを確保することが容易にできる。

(3 i) 終了ボタンを押すと、ブロックパターン削除処理が終了し、ブロックリスト 81 及びダイアログボックス 80 が画面上から消える。

(4) 可変成形パターン群をブロックパターン化してステンシルマスク上に配置

(4 a) ブロックパターンレイアウトダイアログボックス 80 内の「可変成形→ブロックパターン」ボタンを押す。

(4 b) これにより、図 51 (A) の可変成形パターン群ブロック化ダイアログボックス 82 が表示され、画面上的ステンシルマスク表示がウェーハ露光用パターンに自動的に切り替わる。

(4 c) マウスを操作して、例えば図 51 (B) のようなウェーハ露光用パターン上でブロック化したいパターン群を枠で囲む。

(4 d) 可変成形パターン群ブロック化ダイアログボックス 82 内の OK 1 ボタンを押すと、メモリ上にブロック化情報が蓄えられ、CANCEL 1 ボタンを押すと、選択したパターン群の枠が消える。

(4 e) 上記 (4 c) 及び (4 d) の処理を必要回数繰り返した後、確定 1 ボタンを押すと、ブロック化する可変成形パターンデータがデータベース内に格納される。

(4 f) 作成 1 ボタンを押すと、この格納された可変成形パターンデータを使用して、ステンシルマスク上に形成するブロックパターンが作成される。また、図 50

(B) のブロックパターンリスト 81 が表示され、空いているブロック配置座標格納部が表示される。空いていない場合は、ブロックパターンを作成できない。

(4g) 終了 1 ボタンを押すと、ウェーハ露光用パターン表示がステンシルマスク表示に自動的に切り替わり、新しいブロックパターンが形成されたステンシルマスクが表示される。レイアウトの変更を行なう場合には、以降の手順を終了した後に上述のレイアウト変更処理を行なう。

(4h) 可変成形パターン群ブロック化ダイアログボックス 82 内のオプションボタンを押して、「選んだ箇所のみ」、「X 方向で同じ形状を選ぶ (1 次元マトリクス配置を行なう)」、「Y 方向で同じ形状を選ぶ (1 次元マトリクス配置を行なう)」又は「X、Y 方向で同じ形状を選ぶ (2 次元マトリクス配置を行なう)」を選択する。次に OK 2 ボタンを押すと、メモリ上で、この選択に従ってウェーハ露光用パターンデータをブロックパターン使用データに変更するための処理を行なうのに必要な情報が作成される。CANCEL 2 ボタンを押すと、この情報が削除される。

(4i) 確定 2 ボタンを押すと、(4e) でデータベースに格納されたデータにこの情報が付加される。

(4j) 作成 2 ボタンを押すと、このデータと付加情報とがデータベースからメモリ上に読み出され、ウェーハ露光用パターンデータ内に展開されている該当する可変成形用パターンデータ群を探索し、これをブロックパターンデータに書き換えることにより、ウェーハ露光用パターンデータを新たに作成する。元のウェーハ露光用パターンデータは、後で使用する可能性があるので保存しておく。このような処理により、熟練設計者が描画精度とスルーボットの両方を考慮してステンシルマスク上に新たなブロックパターンを追加配置することが容易にできる。

(4k) 終了 2 ボタンを押すと、可変成形パターン群ブロック化ダイアログボックス 82 が画面上から消える。元の露光用データを復元したい場合には、ダイアログボックス 80 内の復元ボタンを押す。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】露光用パターンデータ作成手順を示す概略フローチャートである。

【図 2】図 1 のステップ S 04 の処理を行うための露光用パターン表示・検査・修正装置の概略ブロック図である。

【図 3】図 2 の装置を用いて行われる露光用パターン表示・検査・修正処理の手順を示す概略フローチャートである。

【図 4】(A) は初期メニューボックス上に配置されたコマンドボタンを示し、(B) は (A) 中の検査修正ボタンを押すと表示されるメニューボックス上に配置されたコマンドボタンを示す図である。

【図 5】露光シミュレーションの手順を示すフローチャートである。

【図 6】図 5 の処理で用いられるパターンデータの構成図である。

【図 7】(A) ~ (J) は基本パターンを示す図である。

【図 8】露光シミュレーション領域の一例を示す図である。

【図 9】図 5 のステップ S 31 ~ S 33 の説明図である。

【図 10】図 5 のステップ S 35 の説明図である。

【図 11】最終的に決定された計算グリッド候補点を示す図である。

【図 12】(A) は図 5 のステップ S 41 ~ S 45 の説明図であり、(B) は図 5 のステップ S 46 の説明図である。

【図 13】(A) 及び (B) は図 5 のステップ S 46 の説明図である。

【図 14】(A) ~ (C) はいずれも他のパターンの計算グリッド候補点のパターン上配置図である。

【図 15】(A) ~ (C) はそれぞれ図 14 (A) ~ (C) の計算グリッド候補点に対応して生成された計算グリッドのパターン上配置図である。

【図 16】短冊状パターンの計算グリッド候補点のパターン上配置図である。

【図 17】短冊状パターンに対する他の計算グリッド候補点決定方法の説明図である。

【図 18】(A) はパターンの辺上の計算グリッド候補点と、計算グリッドとの関係を示す図であり、(B) は (A) の各計算グリッド点について算出された露光強度の分布を示す図である。

【図 19】露光強度計算説明図である。

【図 20】(A) は露光シミュレーションで得られたパターン精度分布を示すヒストグラムであり、横軸は予測幅の目標値に対する誤差であり、(B) はこの誤差が許容範囲外であるエラーパターンのリストを示す図である。

【図 21】(A) は露光シミュレーションで得られた線幅毎の正の誤差の最大値及び負の誤差の最大値を示す棒グラフであり、(B) は許容誤差範囲外のエラーパターンのリストを示す図である。

【図 22】図 4 (B) 中のパターンデータ修正ボタンを押すと表示される、コマンドボタンが配列されたパターン修正ダイアログボックスである。

【図 23】露光量変更によるパターンデータ修正の対象の一例を示すパターン図である。

【図 24】(A) はパターンシフトによるパターンデータ修正の対象の一例を示すパターン図であり、(B) 及び (C) はこの対象がシフトされたパターン図である。

【図 25】(A) は図 22 (A) 中の補助露光パターン



発生ボタンを押すと表示されるダイアログボックスであり、(B)は補助露光パターン発生によるパターンデータ修正を示すパターン図である。

【図26】(A)及び(B)はそれぞれ補助露光の前及び後の、パターンを横切る線上の相対露光強度分布を示す線図である。

【図27】追加パターン発生によるパターンデータ修正を示すパターン図である。

【図28】(A)及び(B)はそれぞれパターン分割変更の前及び後のパターン図である。

【図29】(A)及び(B)はそれぞれ、他のパターン分割変更の前及び後のパターン図である。

【図30】自動幅測定手順を示すフローチャートである。

【図31】図30のステップS51及びS52の説明図である。

【図32】図30のステップS60を説明するための部分拡大図である。

【図33】図30のステップS60を説明するための部分拡大図である。

【図34】図30のステップS55及びS56の説明図である。

【図35】図4(B)中の面積密度表示ボタンを押すと表示される、面積密度計算単位(正方形)の一边のサイズを入力するためのダイアログボックスを示す図である。

【図36】面積密度表示例を示す図である。

【図37】ステンシルマスク上のブロックパターンを示す図である

【図38】図4(B)中の打抜きパターン検出・修正ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図である。

【図39】ブロックパターン中の打抜きパターン検出手順を示すフローチャートである。

【図40】図39の処理対象の一例を示すブロックパターン図である。

【図41】(A)及び(B)はそれぞれ図39のステップS67及びS69の説明図であり、(C)及び(D)はいずれも図39のステップS73、S75及びS77の説明図である。

【図42】図4(B)中の微細パターン検出ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図である。

【図43】(A)は図4(B)中のクーロン効果検査・修正ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(B)は(A)中の終了1ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図である。

【図44】(A)は図43(A)中の露光量変更ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(B)は(A)中のいずれかのボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(C)は修

正対象のブロックパターンの一例を示す図である。

【図45】(A)は図43(A)中のパターンシフトボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(B)は(A)中の「エディタを使用する」ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(C)は(B)中のLISTボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図である。

【図46】図43(A)中の追加パターン発生ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図である。

【図47】(A)は図43(A)中のパターン分割変更ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(B)は(A)中の「エディタを使用する」ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図である。

【図48】図4(B)中の透過孔面積検査・修正ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図である。

【図49】図4(B)中の近接効果検査・修正ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図である。

【図50】(A)は図4(A)中のブロックレイアウトボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(B)は(A)中のブロックレイアウト変更ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図である。

【図51】(A)は図50(A)中の「可変成形→ブロック」ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(B)は可変成形パターン群中のブロック化処理で表示されるパターン図である。

【図52】領域指定して露光シミュレーションを行う場合の従来の計算グリッド配置図である。

【図53】従来の露光シミュレーション結果表示を示す露光イメージ図である。

【図54】ウェーハ露光用パターン図である。

【図55】図54のパターンが表示されているときにマウスで画面上の点を指定すると異色表示されるブロックパターンを示す従来図である。

【図56】従来の、指定されたブロックパターンの情報表示を示す図である。

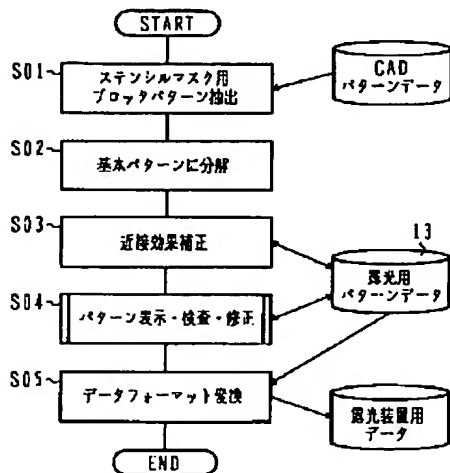
【符号の説明】

- 10 コンピュータ
- 11 手操作入力装置
- 12 表示装置
- 13 外部記憶装置
- 20 初期メニューボックス
- 21 表示切換ボタン
- 22 検査・修正ボタン
- 221 検査・修正ダイアログボックス
- 23 ブロックパターンレイアウトボタン
- 30 面積密度表示ボタン
- 31 自動幅測定ボタン

- 3 2 露光シミュレーションボタン
- 3 3 精度分布表示ボタン
- 3 4 幅ばらつき表示ボタン
- 3 5 パターンデータ修正ボタン
- 4 0 チップ上ブロックパターン配置検出ボタン
- 4 1 微細パターン検出ボタン
- 4 2 クーロン効果検査・修正ボタン
- 4 3 透過孔面積検査・修正ボタン
- 4 4 打抜きパターン検出・修正ボタン
- 4 5 近接効果検査・修正ボタン
- 5 0、6 5、6 5 A 枠
- 5 1～5 5 パターン
- 5 9 パターン修正ダイアログボックス
- 6 0 露光量変更ボタン
- 6 1 パターンシフトボタン
- 6 2 パターン分割変更ボタン
- 6 3 補助露光パターン発生ボタン
- 6 4 追加パターン発生ボタン
- 6 6～6 8 幅測定ライン
- 6 0 1、6 1 1 配線パターン
- 6 2 1～6 2 6、6 2 1 A、6 2 2 A パターン
- 6 3 1 補助露光パターン

【図 1】

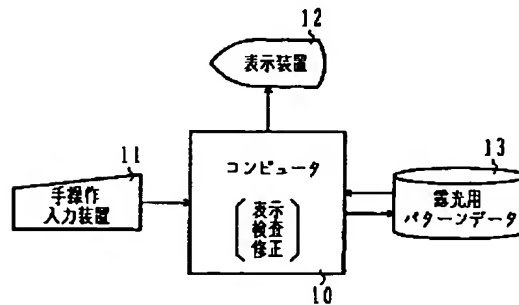
露光用パターンデータ作成手順を示す概略フローチャート



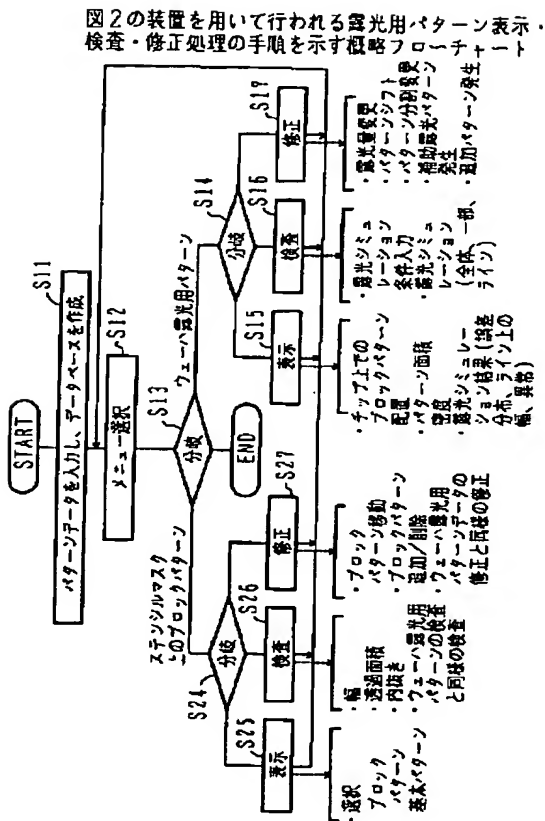
- 6 4 1 追加パターン
- 6 8 1 交点
- 7 0 ブロックパターン
- 7 2、7 3 露光量変更ダイアログボックス
- 7 4 編集ダイアログボックス
- 7 5 パターンシフトダイアログボックス
- 7 6 L I S Tダイアログボックス
- 7 7 パターン分割変更ダイアログボックス
- 8 0 ブロックパターンレイアウトダイアログボックス
- 10 8 1 ブロックパターンリスト
- 8 2 可変成形パターン群ブロック化ダイアログボックス
- P 1～P 9、P 1 0～P 1 9、P 2 0～P 2 3 パターン
- CGPP、CGPP 1～CGPP 8、CGPP 1 A、C  
GPP 2 A、CGPP 3 A、CGPP 4 A、CGPP 5  
A、CGPP 6 A 計算グリッド候補点
- CG 計算グリッド
- GP グリッド点
- 20 RE 相対露光強度
- WE 描画パターン幅

【図 2】

図 1 のステップ S04 の処理を行うための露光用パターン表示・検査・修正装置の概略ブロック図

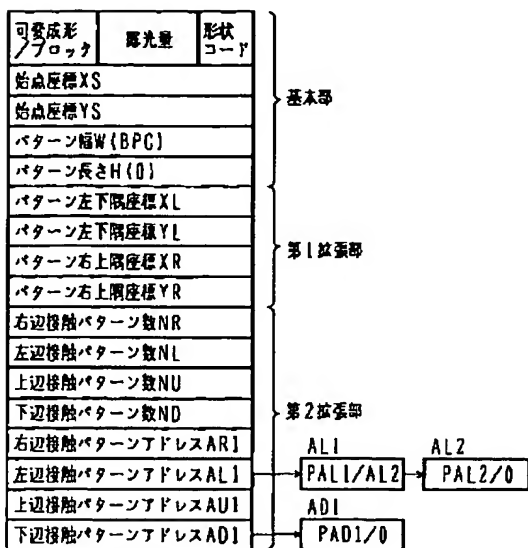


【図 3】



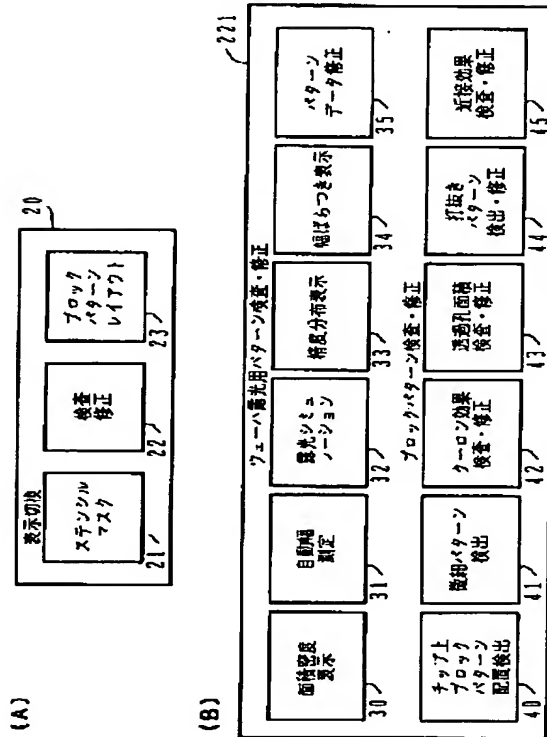
【図 6】

図5の処理で用いられるパターンデータの構成図



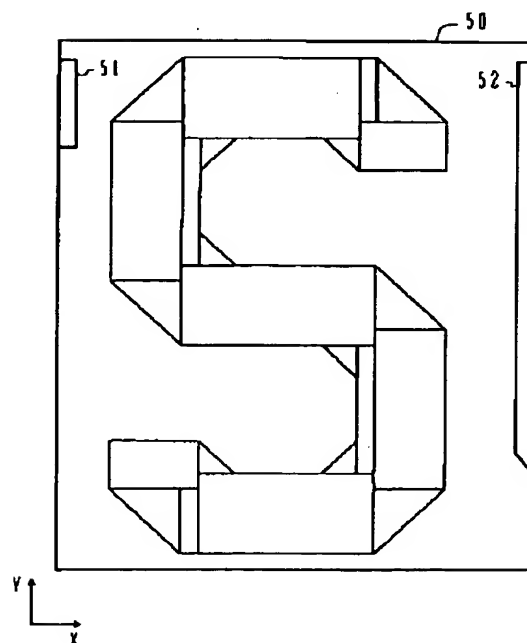
【図4】

(A)は初期メニューボックス上に配置されたコマンドボタンを示し、(B)は(A)中の検査修正ボタンを押すと表示されるメニューボックス上に配置されたコマンドボタンを示す図



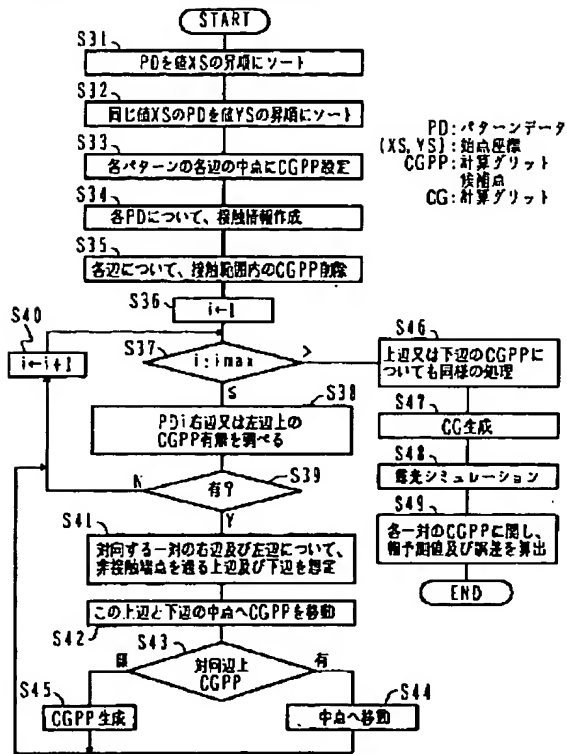
【图8】

露光シミュレーション領域の一例を示す図



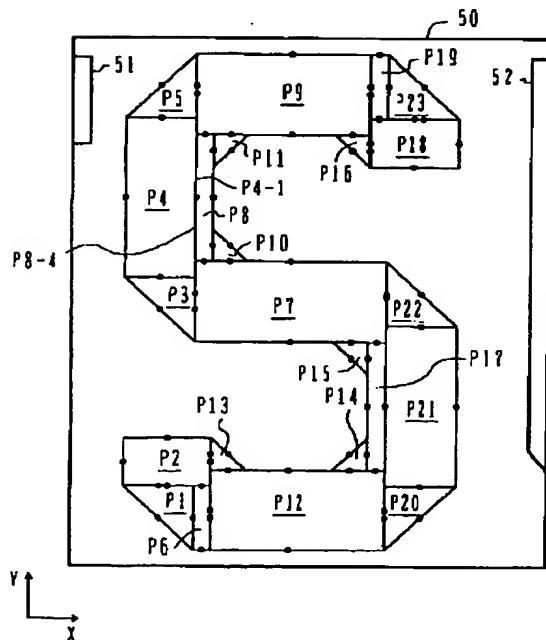
【図 5】

露光シミュレーションの手順を示すフローチャート



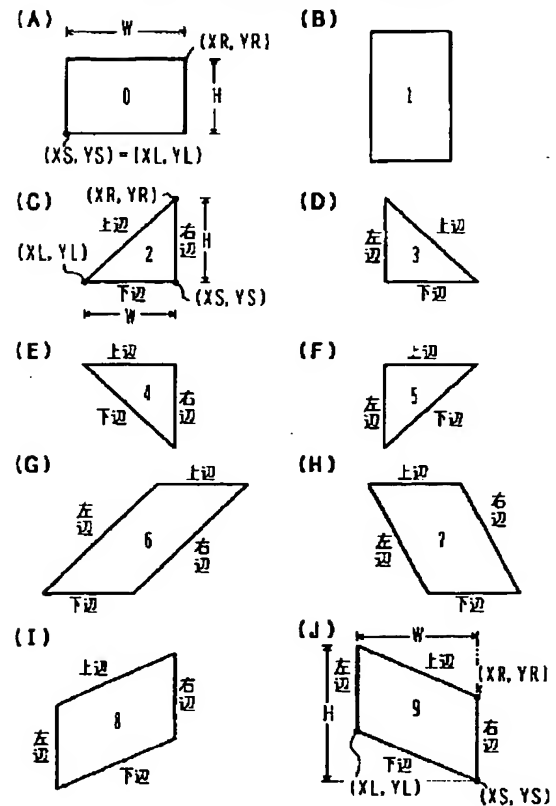
【図 9】

図 5 のステップ S31~S33 の説明図



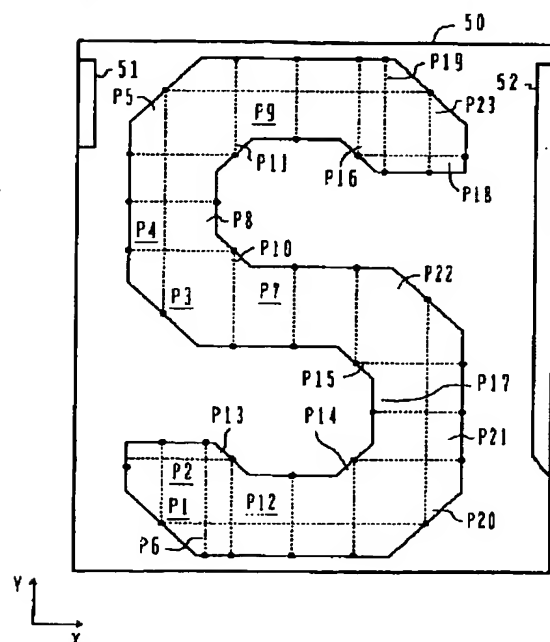
【図 7】

(A)~(J) は基本パターンを示す図



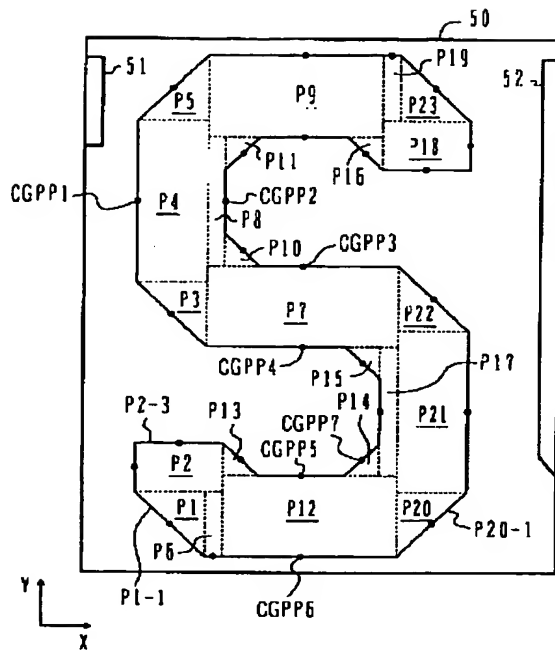
【図 11】

最終的に決定された計算グリッド候補点を示す図



【図 10】

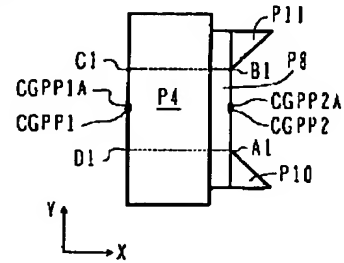
図 5 のステップ S35 の説明図



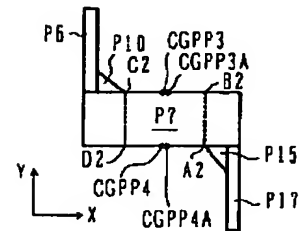
【図 12】

(A) は図 5 のステップ S41~S45 の説明図であり、  
 (B) は図 5 のステップ S46 の説明図

(A)

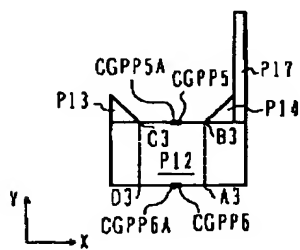


(B)

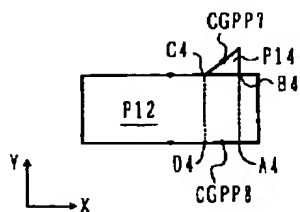


【図 13】

(A) 及び (B) は図 5 のステップ S46 の説明図  
 (A)



(B)



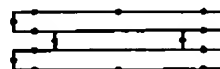
【図 14】

(A)~(C) はいずれも他のパターンの計算グリッド  
 候補点のパターン上配置図

(A)



(B)

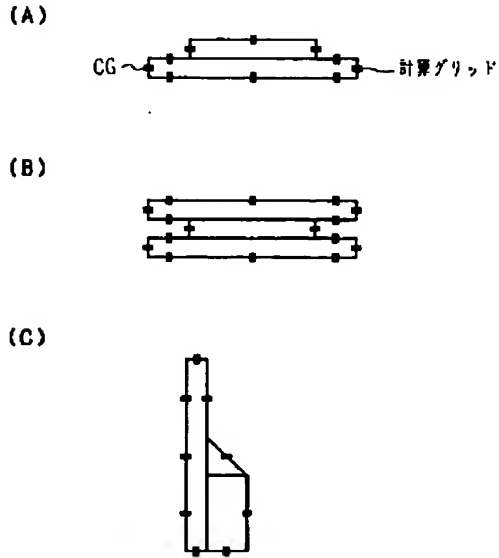


(C)



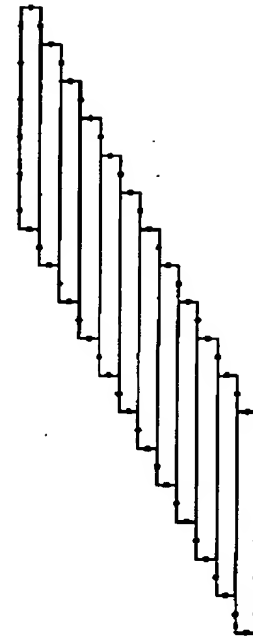
【図 15】

(A)~(C)はそれぞれ図14 (A)~(C)の計算グリッド候補点に対応して生成された計算グリッドのパターン上配置図



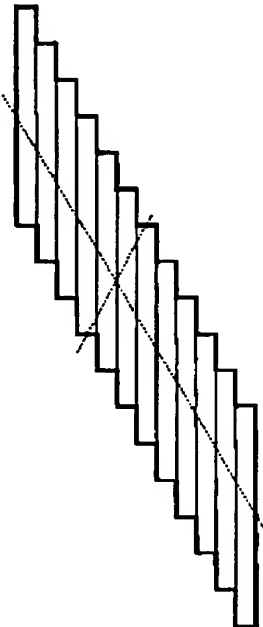
【図 16】

短冊状パターンの計算グリッド候補点のパターン上配置図



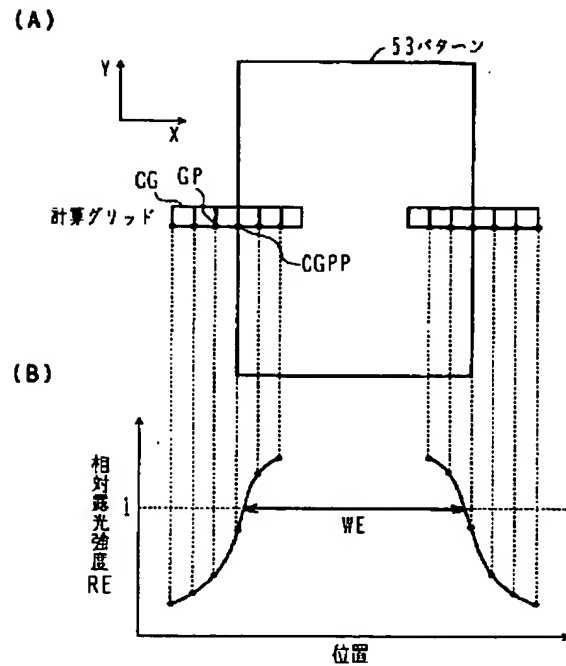
【図 17】

短冊状パターンに対する他の計算グリッド候補点決定方法の説明図



【図 18】

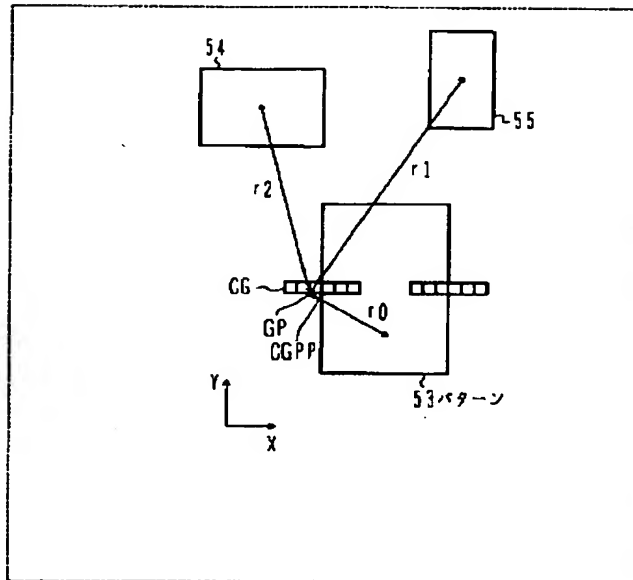
(A)はパターンの辺上の計算グリッド候補点と、計算グリッドとの関係を示す図であり、(B)は(A)の各計算グリッド点について算出された露光強度の分布を示す図





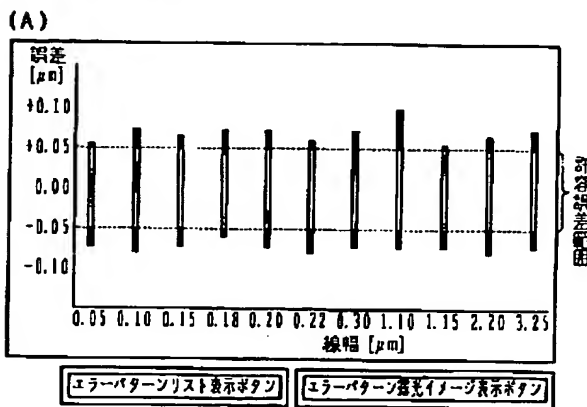
【図 19】

露光強度計算説明図



【図 21】

(A)は露光シミュレーションで得られた線幅毎の正の誤差の最大値及び負の誤差の最大値を示す棒グラフであり、  
(B)は許容誤差範囲外のエラーパターンのリストを示す図



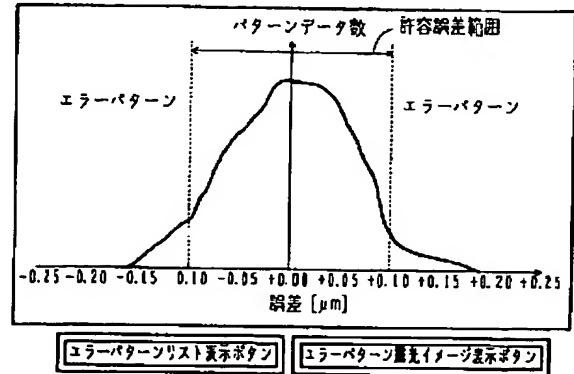
(B)

パターン データ番号	パターン 寸法精度	種類	形状	始点座標 X	始点座標 Y	幅	長さ
1	+0.10	可変地形	1	-5000	-5000	100	10000
2	+0.10	ブロック	1	-5000	-5000	100	100

【図 20】

(A)は露光シミュレーションで得られたパターン精度分布を示すヒストグラムであり、横軸は予刻幅の目標値に対する誤差であり、(B)はこの誤差が許容範囲外であるエラーパターンのリストを示す図

(A)

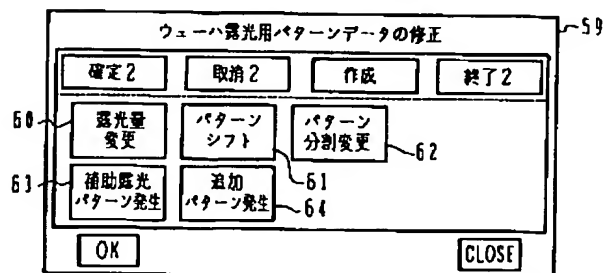


(B)

パターン データ番号	パターン 寸法精度	種類	形状	始点座標 X	始点座標 Y	幅	長さ
1	+0.20	可変地形	1	-5000	-5000	100	10000
2	+0.15	ブロック	1	-5000	-5000	100	100

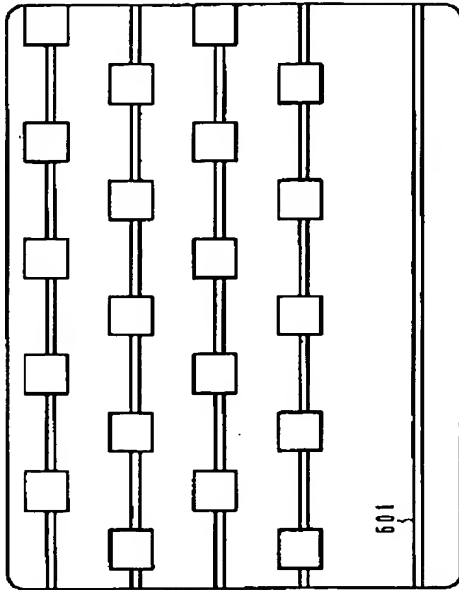
【図 22】

図 4 (B) 中のパターンデータ修正ボタンを押すと表示される、コマンドボタンが配列されたパターン修正ダイアログボックス



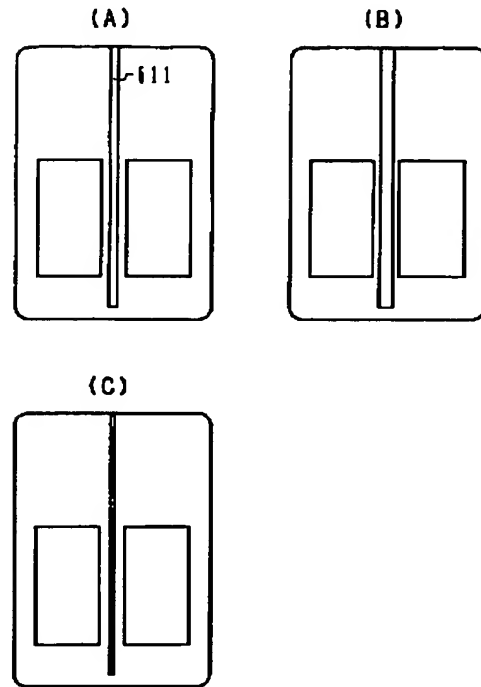
【図 2 3】

露光量変更によるパターンデータ修正の対象の一例を示すパターン図



【図 2 4】

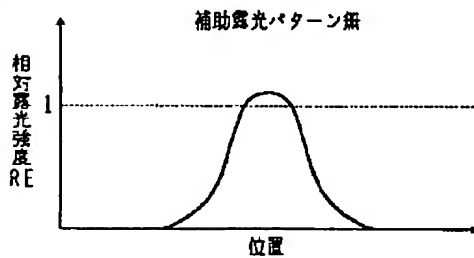
(A) はパターンシフトによるパターンデータ修正対象の一例を示すパターン図であり、(B) 及び (C) はこの対象がシフトされたパターン図



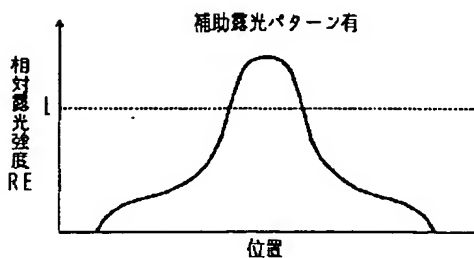
【図 2 6】

(A) 及び (B) はそれぞれ補助露光の前及び後の、パターンを横切る線上の相対露光強度分布を示す線図

(A)

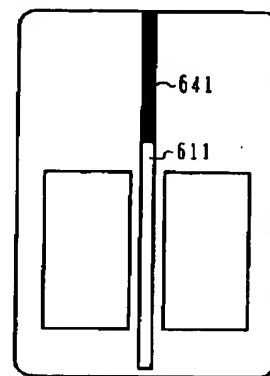


(B)



【図 2 7】

追加パターン発生によるパターンデータ修正を示すパターン図



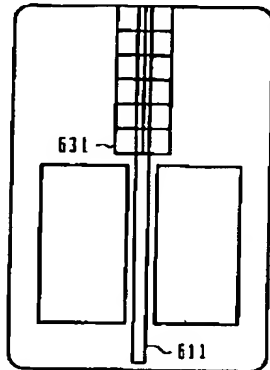
【図 25】

(A)は図22(A)中の補助露光パターン発生ボタンを押すと表示されるダイアログボックスであり、(B)は補助露光パターン発生によるパターンデータ修正を示すパターン図

(A)

可変矩形	
補助露光パターン幅	<input type="text"/> FREE
<input type="checkbox"/> 補助露光パターン位置ずれ量	<input type="text"/>
補助露光パターンの露光量 <input type="text"/>	
ブロックパターン	
ステンシルマスク表示編集ボタン	
<input type="checkbox"/> 補助露光パターン位置ずれ量	<input type="text"/>
補助露光パターンの露光量 <input type="text"/>	
OK	CANCEL 終了

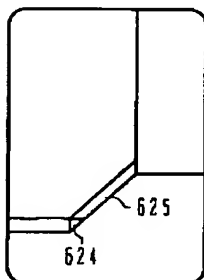
(B)



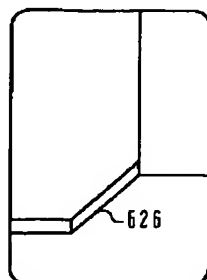
【図 29】

(A)及び(B)はそれぞれ、他のパターン分割変更の前及び後のパターン図

(A)



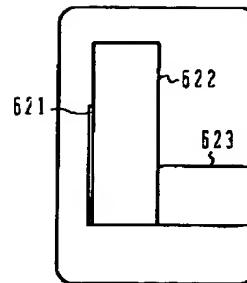
(B)



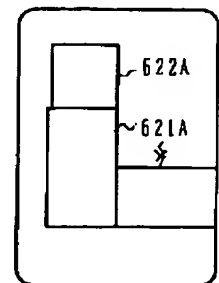
【図 28】

(A)及び(B)はそれぞれパターン分割変更の前及び後のパターン図

(A)

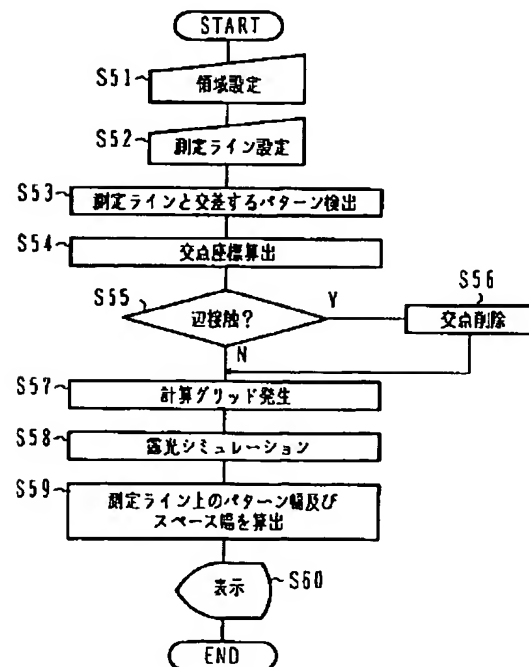


(B)



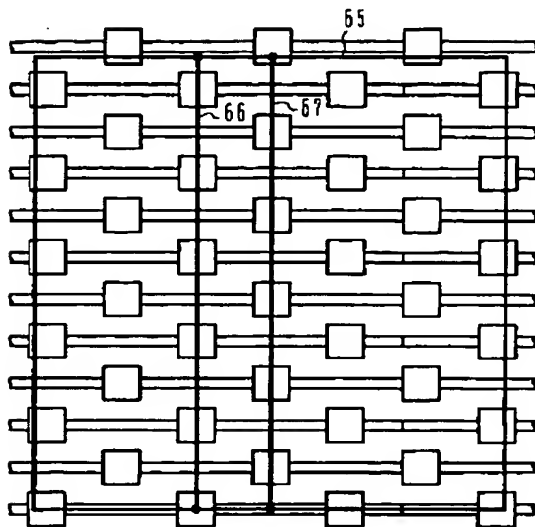
【図 30】

自動幅測定手順を示すフローチャート



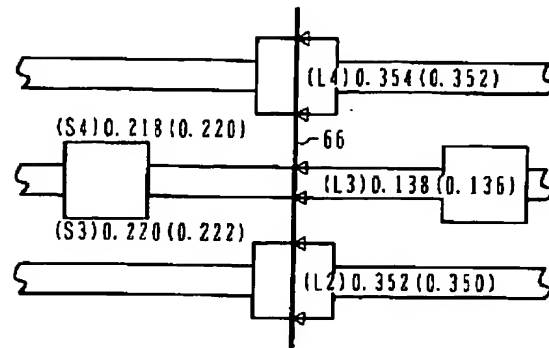
【図 3 1】

図30のステップS51及びS52の説明図



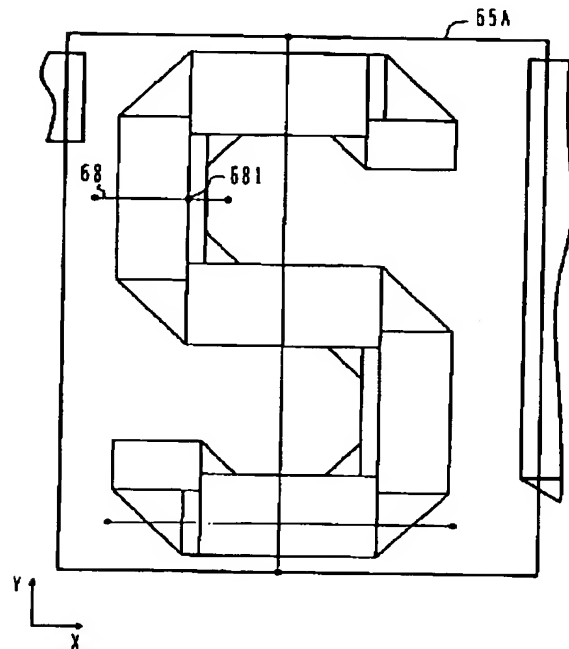
【図 3 2】

図30のステップS60を説明するための部分拡大図



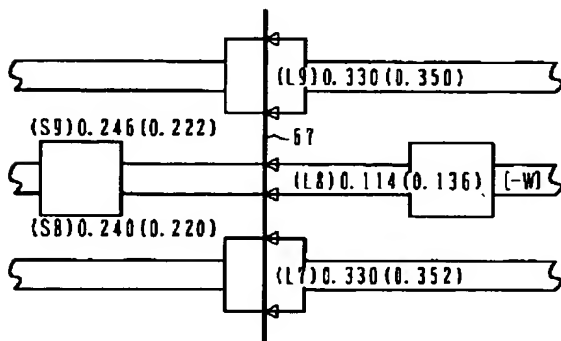
【図 3 4】

図30のステップS55及びS56の説明図



【図 3 3】

図30のステップS60を説明するための部分拡大図



【図 3 5】

図 4 (B) 中の面積密度表示ボタンを押すと表示される、面積密度計算単位 (正方形) の一辺のサイズを入力するためのダイアログボックスを示す図

サイズ

OK

ALL Clear

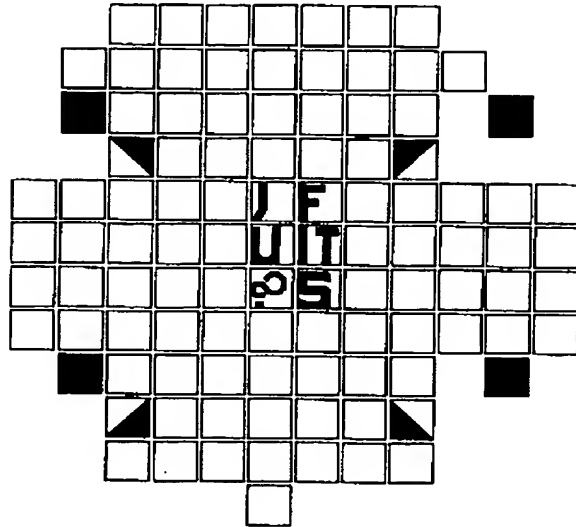
【図 36】

面積密度表示例を示す図

42.6	47.5	37.9	34.6	36.3	38.5	38.1	38.1	38.1	38.7
40.8	46.8	35.7	35.3	34.7	39.8	39.4	39.4	39.4	40.0
40.6	46.6	36.1	33.7	36.7	39.9	39.5	39.5	39.5	40.2
41.9	47.5	36.7	33.9	36.5	38.9	38.4	38.4	38.4	39.0
40.6	47.0	35.8	35.6	35.1	38.4	38.0	38.0	38.0	38.7
36.5	42.8	33.0	29.5	36.6	39.8	39.5	39.5	39.5	40.1
35.2	43.8	21.6	5.9	9.0	20.7	7.2	7.2	7.2	7.3
41.4	47.7	35.8	33.8	37.3	40.1	39.7	39.7	39.7	40.3
41.4	47.6	37.4	35.9	34.2	39.2	38.9	38.9	38.9	39.6
41.0	46.6	36.1	34.0	38.0	38.1	37.5	37.5	37.5	38.2

【図 37】

ステンシルマスク上のブロックパターンを示す図

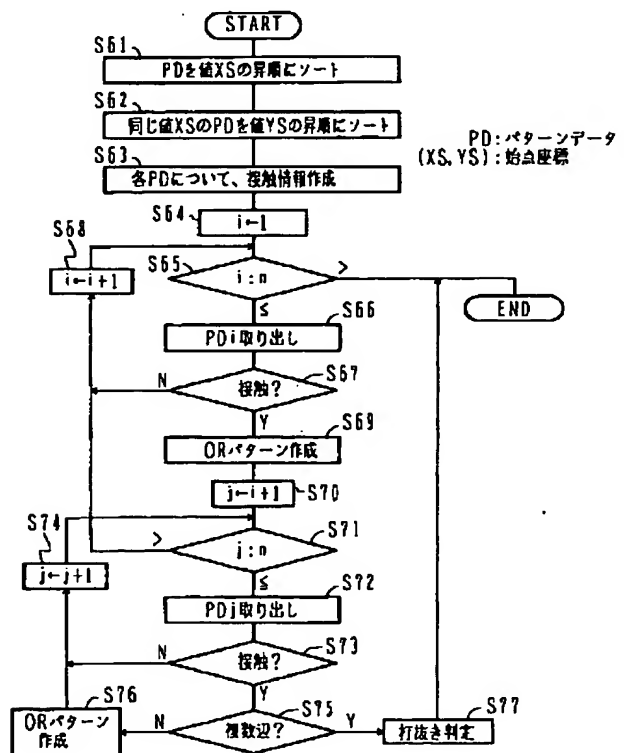


【図 38】

図 4 (B) 中の打抜きパターン検出・修正ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図

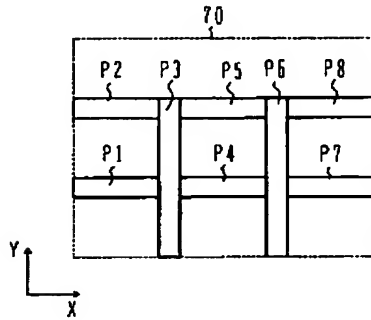
【図 39】

ブロックパターン中の打抜きパターン検出手順を示すフローチャート



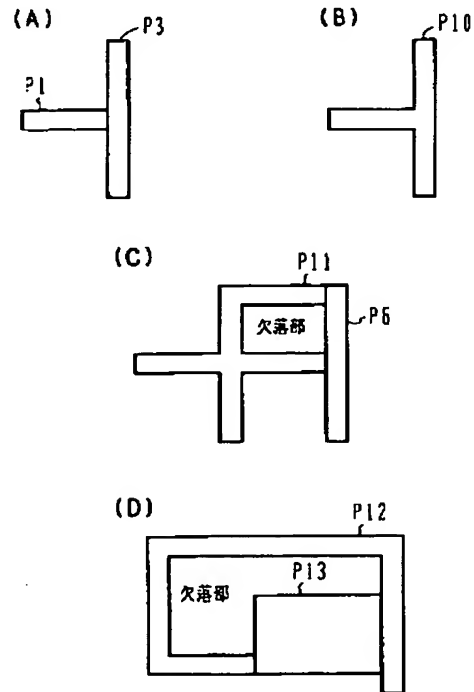
【図 40】

図39の処理対象の一例を示すブロックパターン図



【図 41】

(A)及び(B)はそれぞれ図39のステップS67及びS69の説明図であり、(C)及び(D)はいずれも図39のステップS73、S75及びS77の説明図



【図 42】

図4(B)中の微細パターン検出ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図

【図 44】

(A)は図43(A)中の露光量変更ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(B)は(A)中のいずれかのボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(C)は修正対象のブロックパターンの一例を示す図



【図 4 3】

(A)は図4(B)中のクーロン効果検査・修正ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(B)は(A)中の終了1ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図

(A)

トリプルガウシアン  
ダブルガウシアン  
ユーザー定義計算式  
クーロン相互作用  
電流密度

確定1 取消1 実行 終了1

ブロック内パターンデータの編集

確定2 取消2 作成 終了2

露光量変更  
パターンシフト  
パターン分割変更  
補助露光パターン発生  
追加パターン発生

OK CLOSE

(B)

データベースに保存しますか?

YES NO

【図 4 6】

図43(A)中の追加パターン発生ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図

追加パターン幅  
追加パターン長さ  
追加パターン位置ずれ量  
追加パターンの露光量

OK CANCEL 終了

【図 4 5】

(A)は図43(A)中のパターンシフトボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(B)は(A)中の「エディタを使用する」ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(C)は(B)中のLISTボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図

(A)

エディタを使用する  
画面上で操作を行う

(B)

対象パターンデータ PA

全辺に対して  
右辺に対して  
左辺に対して  
上辺に対して  
下辺に対して

OK LIST CANCEL END

(C)

ALL  
PA  
PB  
PC

【図 4 7】

(A)は図43(A)中のパターン分割変更ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、(B)は(A)中の「エディタを使用する」ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図

(A)

エディタを使用する  
画面上で操作を行う

(B)

図系選択

角度 任意角度値

斜辺の傾き  
パターン始点位置 (X, Y)  
パターンの幅  
パターンの長さ  
パターンの露光量

OK PATTERN CANCEL END

【図 48】

図 4 (B) 中の透過孔面積検査・修正ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図

【図 49】

図 4 (B) 中の近接効果検査・修正ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図

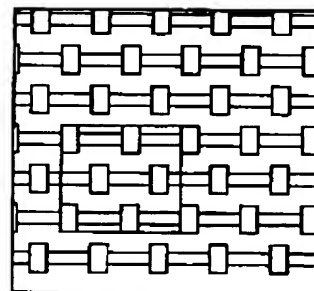
【図 50】

(A)は図 4 (A) 中のブロックレイアウトボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、  
(B)は(A)中のブロックレイアウト変更ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図

【図 51】

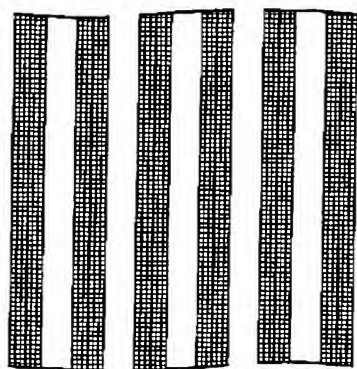
(A)は図 50 (A) 中の「可変成形→ブロック」ボタンを押すと表示されるダイアログボックスを示す図であり、  
(B)は可変成形パターン群中のブロック化処理で表示されるパターン図

(B)



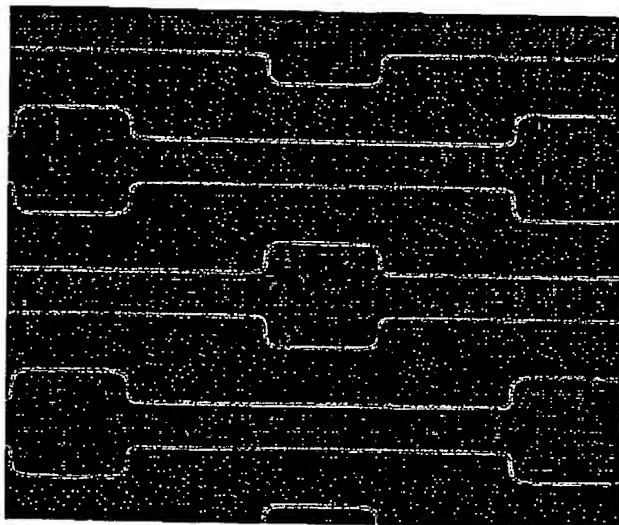
【図 5 2】

領域指定して露光シミュレーションを行う場合の  
従来の計算グリッド配置図



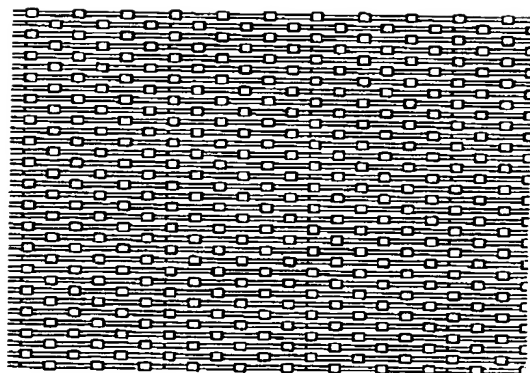
【図 5 3】

従来の露光シミュレーション結果表示を示す露光イメージ図



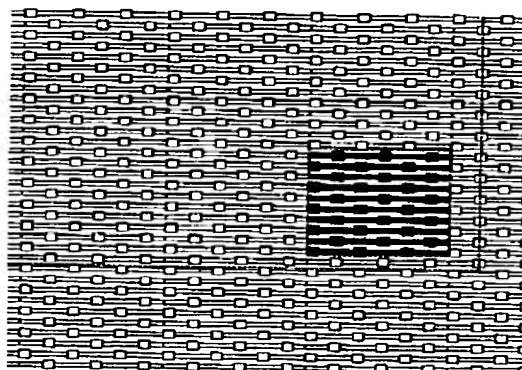
【図 5 4】

ウェーハ露光用パターン図



【図 5 5】

図54のパターンが表示されているときにマウスで  
画面上の点を指定すると異色表示されるブロック  
パターンを示す従来図



【図 56】

従来の、指定されたブロックパターンの情報表示を示す図

PATTERN TYPE	BLOCK (FULL)
ARRANGEMENT	MATRIX
X, Y	128.880, 2540.172 (micron)
WIDTH, HEIGHT	4.860, 4.650 (micron)
PDC	0c00
FIELD NO.	5
SUBFIELD NO.	338
CLOCK CODE	33
DOSE VALUE	
OK	

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターコード (参考)

H 0 1 L 21/30

5 0 2 V

5 0 2 W

21/82

Z

F ターム (参考) 2H095 BB01

5B046 AA08 BA04 GA01 HA05 JA04

KA05

5F046 AA25 DA02 DA11 DD01

5F064 DD03 HH06 HH10 HH14